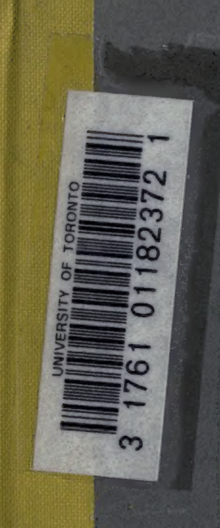
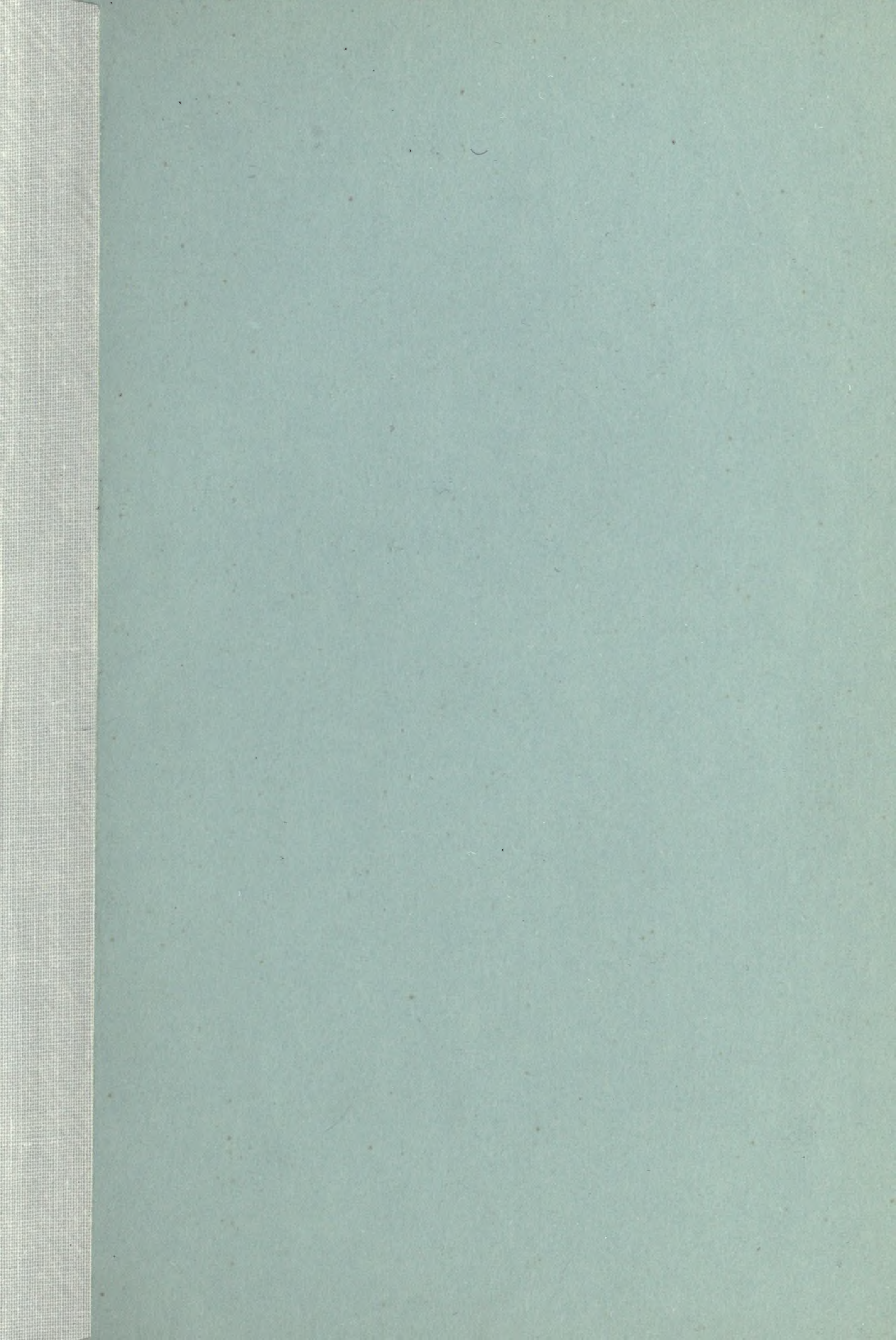
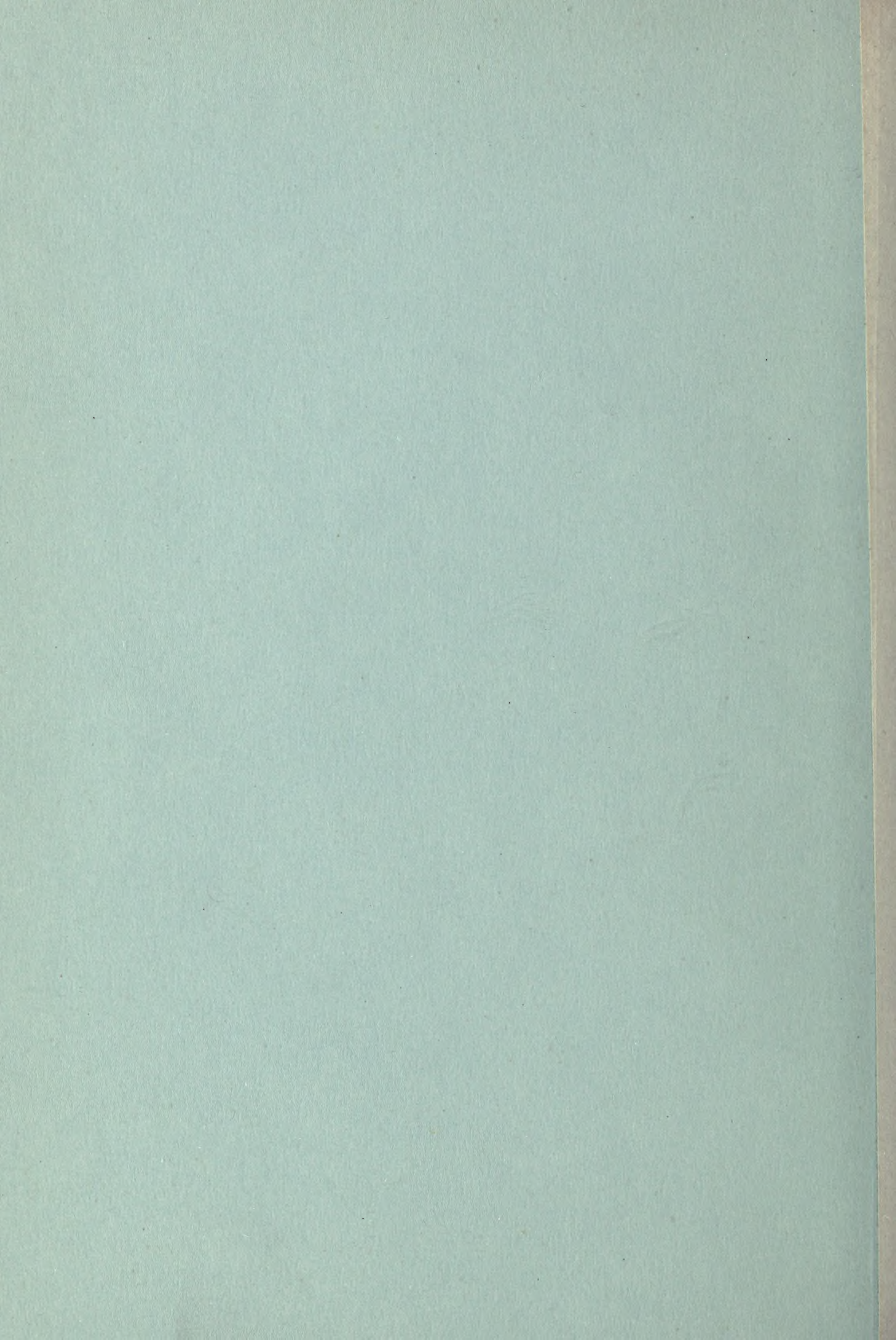


Dochmann, Abraham
F.W. Oswalds Energetik







F. W. Ostwalds Energetik.

I. Teil.

Inauguraldissertation
der
hohen philosophischen Fakultät der Universität Bern
zur Erlangung der Doktorwürde
vorgelegt von

Abraham Dochmann
aus Poltawa (Russland).

Von der philosophischen Fakultät auf Antrag des Herrn Professor Dr. L. Stein angenommen.

BERN, den 2. Dezember 1907.

Der Dekan: **Prof. Dr. G. Tobler.**

Bern
Buchdruckerei Scheitlin, Spring & Cie.
1908.

F. W. Ostwalds Energetik.

I. Teil.

Inauguraldissertation

der

hohen philosophischen Fakultät der Universität Bern

zur Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt von

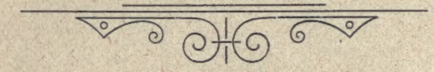
Abraham Dochmann

aus Poltawa (Russland).

Von der philosophischen Fakultät auf Antrag des Herrn Professor Dr. L. **Stein** angenommen.

BERN, den 2. Dezember 1907.

Der Dekan: **Prof. Dr. G. Tobler.**



Bern

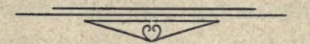
Buchdruckerei Scheitlin, Spring & Cie.

1908.



Meinen teuren Eltern

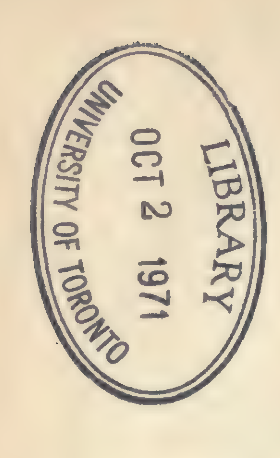
gewidmet.



Vorwort.

Wollten wir den Grundgedanken dieser Untersuchung hervorgreifen, so würde er folgendermassen lauten: es kann, folglich soll gezeigt werden, dass F. W. Ostwald, indem er zu gewissen spezialwissenschaftlichen Ueberzeugungen gekommen war, sich derjenigen Erkenntnistheorie und Methaphysik in der Philosophie bemächtigt habe, welche am meisten seinem Standpunkte entsprachen und sich am besten mit diesem vertragen konnten. Inwiefern ein solcher psychologischer Vorgang zu einem organischen Gedankenbau führen könne, wird das Resultat der Untersuchung bilden. Die Gedankenkonstruktion der «energetischen Naturphilosophie» im Ganzen soll den Gegenstand der II. Abteilung der Untersuchung bilden, der erste Teil bringt die Entwicklung und das System der naturwissenschaftlichen Anschauungen Ostwalds zur Darstellung.

Der Verfasser spricht Herrn Prof. Dr. L. Stein den wärmsten Dank aus, für die Hinweisung auf das Studiengebiet, dem dieses Thema entsprungen.


LIBRARY
OCT 2 1971
UNIVERSITY OF TORONTO

Der Werdegang der Energetik Ostwalds.

(1885 bis 1907.)

Einleitung.

Die Begriffe des Naturalismus, der gewohnheitsmässigen Weltanschauung der Naturforschung, fielen bis in die jüngste Zeit hinein in gewissem Sinne mit jenen des «natürlichen Weltbildes», des vorwissenschaftlichen Erkenntnisbesitzes des natürlichen, entwickelten Menschen zusammen. Auch das Begleitgefühl der Selbstverständlichkeit ist ihnen gemeinsam. Einer der wichtigsten dieser Begriffe ist, des von der Warnehmung unabhängigen Daseins der Dinge (Cornelius, (Einleitung in die Philosophie, Leipzig 1903, S. 46), einer Existenz in objektivem Raum und objektiver Zeit, was in die naturwissenschaftliche Terminologie umgesetzt, dem Begriffe der Materie am meisten entsprechen würde. Doch der Inhalt des Begriffes bleibt sich ja gleich, in welcher wissenschaftlichen Sprache wir ihn auch formulieren sollten; die wörtliche Bezeichnung ändert an der Sache nichts. Wohl aber ist die Stellungnahme zu diesem Begriffe von seiten der Erkenntnistheorie, je nachdem sein Inhalt zu philosophischen oder naturwissenschaftlichen Zwecken gebraucht wird, gänzlich verschieden. Die Philosophie gebraucht ihn problematisch, unter dem Gesichtspunkte der Möglichkeit, die Naturwissenschaft, als augenscheinliche Wirklichkeit, die nicht hinweg zu interpretieren ist.

Der wichtigste Grenzpunkt und deshalb auch der schärfste Streitpunkt zwischen Philosophie und Naturwissenschaft bildet daher — nebst den Problemen: Raum und Zeit — *der Begriff der Materie.* Wären die Forschungsgebiete des menschlichen Geistes zu trennen, so könnte man die objektive Welt als die Domäne der Natur-

wissenschaften, die subjektive als die der Philosophie feststellen oder wenigstens ihnen diese Stellungen als Postulate anweisen. Allein aus erkenntnistheoretisch leicht zu begründenden Ursachen, also Ursachen mehr innerer als äusserer Natur, sahen sich von jeher Philosophie wie Naturwissenschaft gedrungen, ihr eigentliches Gebiet zu überschreiten und in das Gebiet der andern überzugreifen. So waren schon die ersten griechischen Philosophen bestrebt, Erklärungen für die Erscheinungen der objektiven Welt, und zwar, was besonders charakteristisch ist, nicht bloss für den Komplex, sondern oft auch für Einzelerscheinungen zu finden. Aber nicht nur im Altertum, wo zwischen Philosophie und Naturwissenschaft kein deutlicher Unterschied gemacht wurde, auch in der Neuzeit gehörte es nicht zu den Seltenheiten, dass Philosophen es versucht haben, rein naturwissenschaftliche Fragen mit Methoden und Erkenntnismitteln, die der Philosophie angehören und nur für diese ausreichen, lösen zu wollen. Andererseits hat es die Naturwissenschaft, seitdem sie zur Selbständigkeit gelangte, namentlich seitdem sie sich in Gegensatz zur Metaphysik gestellt hat, oft genug für einen integrierenden Teil ihrer Aufgabe gehalten, auf eben die Fragen zu antworten, über deren Zulässigkeit die Erkenntnistheorie und deren Lösungsmöglichkeiten letzten Endes die Metaphysik zu entscheiden oder doch wenigstens zu versuchen hat, sie zu entscheiden. Wir haben uns hier nicht damit zu beschäftigen, auf welche Irrwege die Philosophie dadurch geraten ist, dass sie Fragen der exakten Wissenschaften zu lösen versuchte, sondern mit denen der Naturwissenschaft, soweit sie ihrerseits in einen ähnlichen Fehler verfallen ist. Sind nun auch solche Grenzüberschreitungen, wie wir bereits hervorgehoben haben, bei dem Streben des menschlichen Denkens nach Einheitlichkeit, kaum strenge zu vermeiden, so ist es ja anderseits klar, dass dies nur dann zu einer Erweiterung des geistigen Horizontes führen wird, wenn sich Philosophie wie Naturwissenschaft bewusst sein werden, dass die Resultate, zu denen sie auf diese Weise gelangt sind, nur einen sehr bedingten und problematischen Wert besitzen, und dass sie sich in eine gegenseitige Kontrolle zu stellen haben. Unter diesem Gesichtspunkte sind die Naturwissenschaftler des XVIII. und XIX. Jahrhunderts zu betrachten. Nur durch ihr bewusstes oder unbewusstes Hinübergreifen auf rein erkenntnistheoretische Fragen und ihr allzu grosses Vertrauen auf ihre Resultate, deren Gültigkeit sie weit überschätzen,

konnten sie in einen naiven Materialismus verfallen. Ostwald, der Energetiker, konstatiert — und zwar noch zu einer Zeit, wo er sich von der mechanischen Weltauffassung endgültig losgesagt hatte — mit Genugtuung, dass die « Naturwissenschaftler », unbekümmert um das Kant'sche Ding, an sich [1] ihre Forschungen angestellt haben und scheint dabei zu übersehen, dass gerade diese Ausserachtlassung des Kant'schen Dings an sich, aber auch der erkenntnistheoretischen Gedankengänge, die Kant dazu geführt haben, dass es gerade diese Ausserachtlassung gewesen ist, die die Naturwissenschaftler, wenigstens einen grossen Teil von ihnen, auf einen krassen Materialismus gebracht haben. Es bedürfte langer und vieler Irrungen, bis sich die Naturwissenschaft aus sich selbst heraus vom « selbstverständlichen » Materialismus zu emanzipieren begann.

Denn gerade erst zu einer Zeit, wo die Naturwissenschaft die Philosophie gänzlich besiegt und lahm gelegt zu haben glaubte, begann sie ihre eigenen Forschungsprinzipien einer gründlichen Kritik zu unterziehen (Helmholtz, Liebig u. a.) und sah bald nicht bloss die Haltlosigkeit der gewonnenen Resultate, sondern auch die Unzulänglichkeiten ihrer Erkenntnismittel ein, die Welträtsel restlos zu erklären (Dubois-Reymond). So hatte Ostwald schon vor seinem Auftreten Gelegenheit genug gehabt, von Vertretern seines eigentlichen Gebietes, der Naturwissenschaften, Vorsicht und eine gewisse Skepsis zu lernen. Mach, dem Ostwald einen bedeutenden Einfluss auf seine Geistesentwicklung zugesteht, und dem er sein Hauptwerk widmet, hat die Forschungsprinzipien der Naturwissenschaft kritisch beleuchtet, ihre Gültigkeit und die Gültigkeit ihrer Resultate auf das richtige Maas zu beschränken gesucht. Wo er zu erkenntnistheoretischen Fragen Stellung genommen hat, verzichtete er darauf, Naturwissenschaft treiben zu wollen. So konnte er in seinen Resultaten zu einer gewissen Uebereinstimmung mit denen eines reinen Erkenntnistheoretikers, wie Avenarius, gelangen. Ostwald aber hat von Mach, der ihn sozusagen aus dem dogmatischen Schlummer geweckt hat, nur gelernt, die alten naturwissenschaft-

[1] Es mag in diesem Zusammenhange erwähnt werden, dass Falkenberg („Ueber die gegenwärtige Lage der deutschen Philosophie . . ., Leipzig 1890“) von Kant behauptet, er habe „sein Erkenntnisideal ausschliesslich der Naturerforschung entnommen“ und wenn Falkenberg ihm dies auch nicht direkt zum Vorwurf macht, so zählt er es doch zu dessen Mängeln, wobei er allerdings meint: „Kants Verdienst könne dadurch nicht ernstlich geschmälert werden.“

lichen Dogmen nicht anzuerkennen, nicht aber keine neuen — allerdings in einer Verschmelzung mit einem skeptischen Relativismus — schaffen zu wollen. Denn wenigstens *ein* neues Dogma will Ostwald einführen, indem er wie Wundt treffend hervorhebt, von der Energie als gegebenem Begriff ausgeht, wodurch er sich von vornherein zum dialektischen Metaphysiker stempelt, im Gegensatze zu Mach, dem die kritische Prüfung der Erkenntnis das Primäre ist.

Mit diesen einleitenden Worten ist der Plan und das Ziel der vorliegenden Arbeit gekennzeichnet. Es soll untersucht werden, inwieweit es Ostwald gelungen ist, vermittelst des von ihm erweiterten und modifizierten Begriffes «Energie» ein lückenloses, widerspruchfreies Weltbild zu konstruieren, ferner inwieweit Ostwald recht hat, diesem Begriffe selbst die Allgemeingültigkeit zuzuschreiben, ohne dadurch zu einer unbegründeten Behauptung verleitet zu werden.

Es ist hier noch ein Umstand zu erwähnen, der eine einheitliche Zusammenfassung und eine richtige Wertschätzung der Ostwald'schen Theorie ungemein erschwert. Ostwald selbst schwankt nämlich sehr in der Auseinanderhaltung der Begriffe Energieen und Energie und in der Beurteilung des Wertes und der Gültigkeit, die man ihnen einzuräumen hat, sowohl betreffs ihres Inhaltes als auch inbezug darauf, was und wie viel durch sie erklärt werden kann. Auch bezüglich anderer Begriffe wie Substanz, Materie u. a., deren er sich bedient, teils um sie abzulehnen, teils um sie zu akzeptieren, sind bei Ostwald mehrere von einander stark abweichende Definitionen anzutreffen.

Wir wollen daher, bevor wir an eine kritische Zusammenfassung herangehen, an Hand der Werke und Schriften Ostwalds, deren Inhalt wir in knapper Form wiedergeben, den Entwicklungsgang und die Wandlungen Ostwalds charakterisieren.

A. Ostwald als Atomistiker.

In seinen ersten speziell naturwissenschaftlichen Arbeiten, die er vom Jahre 1875—87 veröffentlicht hat, wenigstens so weit wir von ihnen Kenntnis genommen haben, zeigt sich Ostwald noch als skepsisfreier Atomistiker. Merkwürdiger ist, dass Ostwald noch in der zweiten Auflage seines Lehrbuches der allgemeinen Chemie und zwar im ersten Bande vom Jahre 1891, also zu einer Zeit, wo er bereits mit seinen ersten energetischen Studien auftrat — meint, es seien keine irgendwie belangreichen Gründe vorhanden, die gegen die Atomtheorie, dagegen nur solche, die für dieselbe sprechen. [1]

B. Ostwalds erste kritische Bedenken gegen die Astomistik

sind in seiner Antrittsvorlesung: Die Energie und ihre Wandlungen, anzutreffen, von ihm im Jahre 1887 an der Universität Leipzig gehalten, wohin er für das Katheder der physikalischen Chemie berufen wurde. Da diese, wie gesagt, den Ausgangspunkt zu seinen weitern Arbeiten bildet, so wollen wir deren Inhalt erschöpfend hersetzen, auch in Einzelheiten, die nur lose mit dem Thema zusammenhängen.

Zunächst sucht er zwei Vorwürfe, die gegen die «Wissenschaftlichkeit der Wissenschaft» unserer Tage erhoben worden sind, zu entkräften. Zum ersten, dass nämlich «die Arbeit an den grossen allgemeinen Problemen immer mehr und mehr verschwinde und

---

[1] Eine zweite interessante Stelle aus demselben Buche mag hier Platz finden: „Die Atomtheorie von Dalton hat sich in England und Frankreich sehr schnell und ohne erheblichen Widerstand verbreitet. Ihrer Annahme in Deutschland stand anfänglich die damalige Naturphilosophie entgegen, die überhaupt jedem Streben nach *Veranschaulichung* der Naturgesetze, als dem Gegensatz ihrer vagen Analogienspielerei, abhold war; sie vermochte indessen die allgemeine Anerkennung der Dalton'schen Hypothese nur hinausschieben und verhindern. Gegenwärtig ist diese allgemein angenommen worden . . . usw.

einer Zersplitterung in lauter Einzelfragen Platz mache» meint Ostwald, dass dies «ein notwendiger Entwicklungszustand des Organismus der Wissenschaft sei.» Vorderhand bereichere gerade diese Forschungsweise den Bestand des Wissens und der weitere Entwicklungsgang werde schon notgedrungen zu einer Auffindung der Zusammenhänge führen.[1]

Den zweiten Vorwurf, nämlich, dass unter der Masse induktiver Forschung das *deduktive* Element der Wissenschaft nicht zu seinem Rechte komme, negiert Ostwald im Hinweis darauf, dass «die meisten theoretischen und hypothetischen Ideen viel früher da sind, als man sie verwerten kann», und «noch immer das spekulative Element in den Naturwissenschaften überwiegt.» Einer Zersplitterung der Wissenschaften, meint er ferner, auf den ersten Vorwurf zurückkommend, werde am besten durch die Schaffung der Grenzgebiete vorgebeugt, die die allgemeineren und verwandten Probleme zu bearbeiten und zu lösen haben. Ein solches Grenzgebiet ist das der *physikalischen Chemie*, zu deren Vertretern er sich zähle. Die Aufgaben dieser Wissenschaft sind die der Chemie, die Hilfsmittel zu ihrer Lösung entnimmt sie der Physik. Die Physik ihrerseits besitzt ein entsprechendes Grenzgebiet, das der *Molekularphysik*, deren Hilfsmittel die Chemie bildet. Die *Molekularphysik* fällt mit der physikalischen Chemie vielfach zusammen. Ihre Aufgabe ist weit grösser und allgemeiner als die der speziellen Physik oder speziellen Chemie, weil — ich zitiere hier wörtlich — «sich ihr nicht um die Gesetze und Erscheinungsformen eines einzelnen Agens handelt», sondern *um die innerste Natur und Beschaffenheit des unvernichtbaren Trägers aller physikalischen Erscheinungen, der Materie.* Diese Aeusserung zeigt uns klar, dass Ostwald 1887 noch nicht auf den Gedanken gekommen war, den Begriff Materie eliminieren oder auch nur einschränken zu wollen. Er stellt bloss die Forderung auf, den Begriff Energie und die Gültigkeit desselben zu erweitern, ihn «als Analogon der wägbaren Materie anzusehen». Der Gedankengang ist folgender: Die Elemente im gegenwärtigen Sinne sind die letzten ponderablen Bestandteile aller Stoffe. Die

---

[1] In einer Anmerkung zu einem Neuabdrucke dieser Antrittsvorlesung (vom Jahre 1904) fügt er hinzu, dass „die Erscheinung der Vereinigung benachbarter Gebiete und der Untersuchung ihrer gegenseitigen Zusammenhänge zurzeit allgemein eingetreten und das wesentliche Kennzeichen der Wissenschaft unserer Tage bildet."

Elemente wurden als Substanzen erkannt, als Wesen, die unter allen Umständen nur ihre Erscheinungsform ändern, nicht aber hervorgebracht und vernichtet werden können. Lavoisier hat die Substanzialität der Elemente präzis durchgeführt; durch die Formulierung des Satzes von der Erhaltung des Stoffes, welcher besagen will, dass durch keinerlei chemische Vorgänge die Gesammtmasse der *beteiligten* Stoffe, eine Aenderung erfahre.[1]

Während sich so die Elemente immer mehr und mehr «substanziierten», ging es mit einer Anzahl von «Wesen» umgekehrt. Wärme, Licht, Elektrizität wurden von Lavoisier als «unwägbare Elemente zu den wägbaren gesellt». Diese Ansicht wurde bekämpft und vernichtet. Ostwald aber meint, dass in ihr doch ein richtiger Kern stecke. Denn nichts anderes drückt im Grunde genommen das an die Namen Mayer, Joule und Helmholtz geknüpfte Gesetz von der «Erhaltung der Kraft» oder wie es die Physiker nennen, das von der Erhaltung der Energie. Dieses Gesetz besagt ja, dass bei allen Umwandlungen in der Natur eine gewisse Grösse, die eben Energie genannt wird, unveränderlich bleibt. Die Energie kann in verschiedenen Formen auftreten, als Wärme, Licht, elektrische Spannung usw., die nur in einander übergehen, nicht aber verschwinden oder entstehen können. Das ist aber dasselbe Verhalten, welches wir an der ponderablen Materie beobachten. Diese Betrachtung führt also dazu, dass man die «Energie» als völliges Analogon der wägbaren Materie anzusehen hat und berechtigt ist, sie ebenso eine Substanz zu nennen, wie man die ponderable Materie so nennt. Denn da wir unter Substanz reale Existenz zu verstehen haben,[2]

---

[1] Ostwald bemerkt noch in diesem Zusammenhange, dass das Gesetz von der Unerschaffbarkeit und Unzerstörbarkeit der Materie keineswegs — wie z. B. von Mariotte in seinem Essay de logique 1717 angenommen wurde — ein logisches Postulat, sondern nichts mehr darstellt, als einen sehr gut bewährten empirischen Satz. In der Anmerkung zum Neuabdruck bemerkt er, dass diesem Gesetze nicht genügende Klarheit zugeschrieben werden muss, denn, „tatsächlich“ handelt es sich nur um die Erhaltung *zweier* Eigenschaften der Körper, die Masse und Gewicht heissen, nach allen andern Beziehungen ist die *Materie* nicht konstant sondern veränderlich.

[2] Da, wie weiter gezeigt werden soll, der Begriff Substanz bei Ostwald merkwürdige, oft sehr gewagte Wandlungen durchgemacht hat, wollen wir diese Definition hier festhalten, um die spätern Abweichungen kontrollieren zu können. Substanz ist, meint er weiter, was zu vernichten oder zu erzeugen alle menschliche und natürliche Macht ausser Stande ist.

darf es nicht darauf ankommen, ob diese Objekte mit Masse oder Gewicht begabt sind, sondern lediglich darauf, ob ihnen das Kennzeichen der *Unzerstörbarkeit und Unvernichtbarkeit* zukommt. Solcher Objekte sind zwei Arten bekannt, die ponderable Materie und die Energie. Diesen *beiden* kommt also der Name Substanz zu. Den zweiten und grössten Teil dieser Abhandlung bildet der Versuch nachzuweisen, dass wir nur auf diesem Wege zu einer klareren Auffassung der Gesetze der Affinität gelangen. Seine Ausführungen gipfeln in dem Satze: Erst mit der Erkenntnis, dass die chemischen Vorgänge durch Umwandlungen der *persistierenden* Energie bedingt sind, konnte die Erkenntnis der Gesetze der chemischen Verwandtschaft kommen.

C. Ostwald als Energetiker.

Seine erste Arbeit, in der sich bereits sämtliche Ansätze zu seinem System vorfinden und die auch sonst viel Bemerkenswertes zur Klarstellung seines Werdeganges enthält, ist sein Aufsatz [1] *Studien zur Energetik* (Leipziger Berichte 1891 und 1892). Da es nun scheinen will, dass es Ostwald gerade in dieser Arbeit gelungen ist, die Hauptzüge seines Systems wenn auch nicht in derselben Detailliertheit und so populär, wie in seinen « Vorlesungen », am klarsten und unzweideutigsten zu erfassen und darzustellen, wollen wir alle Einzelheiten desselben ausführlicher verfolgen.

---

[1] Es sei hier noch ein dazwischenliegender Aufsatz Chemische Fernwirkungen (Leipziger Berichte 1891, S. 239—252) erwähnt, ein Passus, der für uns besonders wichtig ist, wollen wir hier anführen. Er gibt zu, dass die Begriffe „Tendenz und Neigung" in den exakten Wissenschaften mit Recht als verdächtig angesehen werden, weist aber darauf hin, dass diese Begriffe in Form einer „kontrollierbaren Definition" wohl zulässig sind. Als Beispiel: „die verschiedenen Energieformen lassen sich, wie bekannt, in je zwei Faktoren zerlegen, in denen der eine die Eigenschaft besitzt, dass in einem mit einer bestimmten Energieart behafteten Gebilde nur dann ein von der Zeit unabhängiger Zustand besteht, wenn dieser Faktor, welchen Helm *Intensitätsfaktor* nennt, überall in dem Gebilde denselben Wert aufweist" . . . . . „Die Verschiedenheit des Intensitätsfaktors ist umgekehrt": die Ursache des Geschehens und eine derartige Verschiedenheit stellt eine „Tendenz" oder „Neigung" des Gebildes dar, die Verschiedenheit auszugleichen." Nun gibt es Möglichkeiten, diesen Ausgleich zu verbinden, und zwar, durch die Anbringung angemessener entgegengesetzter Intensitätsverschiedenheiten einer andern Energieform; dies sind gerade die Fälle, in denen sich die erwähnten Ausdrücke, Tendenz und Neigung anschaulich darbieten, weil der Vorgang jeder Zeit bereit ist, einzutreten, so wie das vorhandene Hindernis beseitigt wird.

Davon, dass unsere früher gemachte Andeutung, Ostwald sei von seiner Beschäftigung mit den exakten Naturwissenschaften zur Energetik, wenigstens zu den Hauptzügen derselben gelangt und dadurch erst zu den Studien rein erkenntnistheoretischer Fragen geführt wurde — richtig ist, ersehen wir aus folgenden Worten in diesem Aufsatze, die wir hier deshalb anführen möchten: «Von Untersuchungen über die Gesetze der chemischen Vorgänge ausgehend, bin ich stufenweise zu weiteren und weiteren Fragen geführt worden, die mich zu einer Betätigung in Gebieten zwingen, mit deren Hülfsmitteln durch Einzelforschungen ich vertraut zu werden, früher keine Gelegenheit gehabt habe» . . . (S. 248).

Dass erst mit dieser Abhandlung der Sieg des energetischen Gedankens bei Ostwald zu verzeichnen ist, können wir aus folgender Stelle ersehen: «Bisher bin ich indessen noch so weit in den gebräuchlichen Vorstellungen von der Realität der Materie befangen gewesen, dass ich höchstens der Energie eine *gleichberechtigte* Stellung als Substanz neben der Materie anzuweisen wagte» (S. 275 ebd.).

Sehen wir nun auf welche Weise er zur Einsicht gelangt ist, dass die Materie zu eliminieren und als einzige Substanz, die an ihre Stelle tretende Energie (oder Energieen) anzusehen ist.

Er geht zunächst davon aus, dass die «von hochstehender Seite» längst aufgestellte Forderung, alle Erscheinungen der Natur, soweit sie sich in Physik und Chemie erschöpfen lassen, auf die *Mechanik* zurückzuführen, bis jetzt nicht ausgeführt werden konnte, ja nicht einmal auf einem einzigen Gebiete unumstössliche Resultate gezeitigt hat. So hat sich das von Gauss vorgeschlagene «absolute Masssystem» (Zeit, Raum und Masse) als ungenügend für die elektrischen Erscheinungen erwiesen. Hertz hat nämlich gezeigt, dass noch zwei andere Systeme möglich sind, welche in demselben Sinne als absolute Systeme angesehen werden dürfen. Die *Molekularkräfte* gehören zum unentbehrlichsten Rüstzeug der heutigen Physik und Chemie, ohne dass man sagen könnte, dass sie diese ausserordentliche Bevorzugung durch entsprechende Ergebnisse gelohnt hätten.

Man hatte ebenfalls, da man nicht gewohnt war auch andere Formen der Raumenergie ausser der kinetischen in Betracht zu ziehen, alle Raumenergie als in Form von Zentralkräften sich betätigend vorgestellt. Dieser Misserfolg muss auf Zweifel an die Berechtigung der angestellten Forderung führen. Aus kritischen

Erwägungen heraus gelangt man zu folgendem Auswege (indem man auf «einen allgemeinen Ausgangspunkt zurückkehrt»): die *„Anwendung der Methode in der Bildung und Verknüpfung allgemeiner Begriffe*, welche in der Mechanik zu so schönen Erfolgen geführt hat . . .» (S. 273).

Man hat mit andern Worten in den übrigen Gebieten der Physik die Begriffe aufzusuchen oder zu bilden, welche den wichtigsten mechanischen Begriffen entsprechen, und die Formen zu ermitteln, welche die für die Mechanik gültigen allgemeinen Prinzipien annehmen müssen, um auf die Gesamtheit aller physikalischen Begriffe anwendbar zu sein» (S. 273).

Der von Ostwald geforderte Ausweg besteht also darin, «die verschiedenen *Energieformen* für sich zu untersuchen, um deren besonderes Verhalten zu erkennen», da «der umfassendste und wichtigste Allgemeinbegriff», der von der Mechanik auf die allgemeine Physik übertragen wurde, der Begriff der *Energie* ist. So hat sich als Grundlage der gesamten Physik einschliesslich der Chemie das Gesetz von der Erhaltung der Energie herausgebildet, ohne dass der Versuch gemacht worden ist, die Lehre von der Energie als solcher, eine *Energetik* aufzustellen.

Diese Lücke will nun Ostwald ausfüllen und gelangt zu folgenden Resultaten, die wir in knapper Zusammenfassung hier wiedergeben:

1. Ausser den allgemeinen Anschauungsformen des Raumes und der Zeit im Sinne Kants ist *die Energie die einzige Grösse, welche allen Gebieten gemeinsam ist.* Die wechselseitige Umwandlung der verschiedenen Energieformen ist das einzige Band, welches Wärme und Elektrizitätslehre, Chemie und Mechanik vereinigt; ohne diese blieben sie alle einflusslos und unabhängig nebeneinander bestehen.

2. Der als Hülfsmittel zur Verknüpfung verschiedener Gebiete der Physik und Chemie benutzte Begriff der *Masse* erfüllt seinen Zweck nicht; der Begriff der Energie hat an seine Stelle zu treten. Diese «Grösse» ist in unserer Zeit noch den Meisten ein blosser mathematischer Begriff, eine Funktion, welche «die Eigentümlichkeit hat, ihren Zahlenwert bei vorkommenden inneren Aenderungen beizubehalten», gerade aber in dieser ihrer Eigenschaft kann sie nicht nur *ein*, sondern das *einzige* Hülfsmittel derartiger Verknüpfung sein.

3. Die Energie muss vermöge ihrer Allgemeinheit «als reales Wesen, nicht nur als mathematische Abstraktion» betrachtet werden.[1] Die Materie ist nichts als ein Komplex von Energiefaktoren, welche die Eigenschaft besitzen, unter einander proportional zu sein . . . So ist die Masse die Kapazität für kinetische, die Undurchdringlichkeit d. h. das Volumen die Kapazität für Volumenergie usw.

4. Die Trias von Raum, Zeit und Energie ist zwar für *begrenzte* Gebiete *nicht die einzige mögliche*, für die Gesamtheit der Erscheinungen gibt es aber keine andere Kombination als die genannte.

5. Da man mit Hülfe der Masse, der Zeit und des Raumes die kinetische Energie definieren kann, so hat man nach dem Gesetze von der Erhaltung der Energie (welches eine unzweifelhafte, zahlenmässige Verbindung zwischen den verschiedenen Gebieten der Physik und der Chemie bildet) in dieser auch gleichzeitig das Mass aller anderen Energieformen.

6. Jede Energiegrösse lässt sich als Produkt zweier Faktoren darstellen, von denen der eine Intensitätsfaktor[2], der andere der Kapazitätsfaktor ist.

7. Einzig auf dem Gebiete der Energetik sind *allgemeingiltige regulative Sätze aufzufinden.*

8. Ein solcher Satz lässt sich — unter Benutzung des Bernoulli-Lagrange'schen Prinzips der virtuellen Geschwindigkeit — folgendermassen formulieren: *„Damit ein beliebige Energieformen enthaltendes Gebilde sich im Gleichgewicht befindet, ist es notwendig und zureichend, dass bei jeder mit den Bedingungen des Gebildes verträglichen Verschiebung desselben, die Summe der entstehenden und verschwindenden Energiemengen gleich Null ist.*

Dieser Satz — meint Ostwald — enthält die Theorie sämtlicher Gleichgewichtszustände und ist rationeller als das Prinzip der virtuellen Arbeiten zu formulieren. Er soll nicht überhaupt, sondern nur als «zur Zeit allgemeinster Ausdruck unserer Kenntniss über das Geschehen der natürlichen Dinge» hingestellt werden.

Hierauf setzt sich Ostwald mit dem Dynamismus auseinander, der das System der drei Einheiten auf zwei, und sogar auf eine zu

[1] Siehe dazu seinen Aufsatz „Naturphilosophie". Kultur der Gegenwart. Teil I, Abteilung IV, Seite 162. Teubner, Berlin und Leipzig, 1907.

[2] Den Ausdruck I.-f. übernimmt Ostwald von Gibbs und Helm, K.-f. ist von ihm selbst gebildet.

reduzieren gestrebt hat. Er sucht zu beweisen, dass diese Reduktion nur eine scheinbare ist und gelangt zum Schlusse, dass die drei Einheiten Raum, Zeit und Energie zwar im Allgemeinen notwendig zur Definition der physikalischen Gesetze sind, bei dem gegenwärtigen Zustand der Wissenschaft aber *ausser in der Mechanik* dazu nicht genügen. Der zweckmässigste Weg ist also der: Für alle Gebiete der messenden Wissenschaften ausser der Mechanik sind «vier Grundeinheiten, nämlich Raum, Zeit, Energie und ein dem Gebiet angehöriger Faktor zu bestimmen». Durch die willkürliche Bestimmung jener vierten Grösse geschieht dem allgemeinen Nutzen des absoluten Masssystems kein Abbruch, denn dieselbe berührt in keiner Weise die beim Uebergange von einem Gebiet in das andere allein in Frage kommende Einheit der Energie, sondern ist in ihrem Einflusse ausschliesslich auf das fragliche Gebiet beschränkt.

Hierauf versucht Ostwald eine Umsetzung der alten Einheiten in die neuen, wobei er den möglichen Einwand, dass doch die Aufbewahrung eines Normalmasses der Energie schwerlich möglich sei, dahin widerlegt, dass man die Bewegungsenergie als die Einheit der Energie wählen müsse, wodurch das bisherige System der Normalen (Kilogramm des Pariser Archivs, Axendrehung der Erde) beibehalten werden könne und nur die Anwendung derselben einer gewissen Modifizierung zu unterliegen habe. —

In der Fortsetzung dieser Arbeit, die Ostwald ebendaselbst im Jahre 1892 veröffentlicht hat, entwickelt er die «Grundlinien einer allgemeinen Energetik».

Er geht vom ersten Hauptsatz der Energetik aus, welcher von J. R. Mayer entdeckt worden ist und folgendermassen lautet: *Die Gesamtmenge der Energie ist konstant.* In Anbetracht der Tatsache, dass, wenn an einem Orte Energie verschwindet, diese, aber nicht notwendig in gleicher Gestalt, an einem anderen Ort erscheinen muss, spricht man von *Umwandlung*. Die durch eine Umwandlung entstehenden Energiemengen nennt man äquivalent. Das Gesetz lässt daher auch die Formulierung zu: *Zwei Energiemengen, welche einzeln einer dritten äquivalent sind, sind auch einander äquivalent.* Aus diesem Gesetze folgt, dass eine Vorrichtung, in welcher beständig Arbeit «oder allgemein Energie» erzeugt werden könnte, unmöglich ist. Also kann man den ersten Hauptsatz auch folgendermassen ausdrücken: Ein *perpetuum mobile erster Art ist unmöglich.*

Hierauf unterzieht Osterwald den zweiten Hauptsatz der Energetik einer näheren Betrachtung. Der Inhalt des zweiten Hauptsatzes ist die Beantwortung der Frage, nach den Ursachen, welche das Eintreten der wechselseitigen Umwandlung veranlassen oder verhindern. Es wird daher der Energie eine bestimmte Eigenschaft zugeschrieben, die man als Intensität bezeichnet. Wo eine Umwandlung stattfindet, da wird die Energie in dem Gebiete, in welchem sie sich vermehrt, eine *höhere*, in dem Gebiete in dem sie sich vermindert eine *niedere* Intensität zugeschrieben. Findet zwischen A und B kein Uebergang statt, so bezeichnet man diesen Zustand als den des *Gleichgewichts der Energie.* Der zweite Hauptsatz hat daher folgende Formulierung erhalten: *Zwei Gebilde, die einzeln mit einem dritten im Energiegleichgewicht sind, sind auch unter einander im Gleichgewicht oder: Zwei Intensitäten, die einzeln einer dritten gleich sind, sind auch unter einander gleich.* Denkt man sich eine Anordnung, bei welcher sich die Energie ohne äusseren Anlass in Bewegung setzt, also ein perpetuum mobile zweiter Art, so lässt die erfahrungsmässige Grundlage zu, den zweiten Hauptsatz auch in der Weise auszudrücken: *Ein perpetuum mobile zweiter Art ist unmöglich.* Dieser Hauptsatz ist aber zunächst nur für den Uebergang einer Art Energie von einem Ort zum andern ausgesprochen. Ostwald macht daher den Versuch, die Geltung desselben auch auf die Umwandlung der verschiedenen Energiearten ineinander zu erweitern. Diesem Versuch schickt er folgende Betrachtungen voraus.

Ueber die Faktoren der Energie. Durch die Energieübergänge lassen sich die Werte der Intensitäten bestimmen, indem wir höhere, niedere und gleiche unterscheiden. Es ist aber noch ein Bestimmungsstück nötig, nämlich eine Grösse, mittels deren die Energiemenge gemessen wird, welche bei gegebener Intensität in einem Gebilde vorhanden ist. Ostwald schlägt vor, diese Grösse *Kapazitätsfaktor* zu nennen. Der Erfahrung sind die absoluten Beträge der Energie eines Gebildes im Allgemeinen nicht zugänglich, wohl aber dürfen die *Aenderungen* der Energie als messbar vorausgesetzt werden. Ostwald geht hierauf zu einer Aufstellung der nachstehenden Tabelle der Energiearten über, ohne den Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben:

Tabelle.

I. Mechanische Energien.

Energie	Kapazität	Intensität
A. Bewegungsenergie	Masse	Geschwindigkeitsquadrat
	Bewegungsgrösse	Geschwindigkeit
B. Raumenergie		
1. Distanzenenergie	Strecke	Kraft
2. Flächenenergie	Fläche	Flächenspannung
3. Volumenenergie	Volum	Druck

II. Andere (nichtmechanische) Energien.

Energie	Kapazität	Intensität
C. Wärmeenergie	Wärmekapazität[1] oder Entropie[2]	Temperatur
D. Elektrische Energie	Elektrisitätsmenge	Potential
E. Magnet. Energie	Menge des Magnetismus	Magnet. Potential
F. Chem. Energie	Verbindungsgewicht	Chem. Potential oder Affinität
G. Strahl. Energie[3]	Absorbtions- resp. Emissionsgrösse	Intensität der Strahlung

Der schematischen Aufstellung der Tabelle der verschiedenen Arten der Energie mit einigen Erläuterungen lässt Ostwald eine detailierte Ausführung folgen, über die Ermittelung und die gegenseitige Beziehung der Energiefaktoren, aus der wir folgendes herausgreifen:

A) 1. Die Intensität, von welcher alles Geschehen abhängt, lässt sich am leichtesten erkennen, und zwar noch früher, als die betreffende Art Energie selbst.

2. Die Skalen der Kapazität und Intensität können rechnerisch gefunden werden, indem man ein Messinstrument für die Intensität einer Energie in einem Gebilde hat, das fähig ist, von einer bestimmten Energieart (innerhalb gewisser Grenzen) beliebige Mengen zu enthalten, und an welchem die vorhandene Menge der Energie mit

[1] Bei Temperaturänderung.

[2] Falls keine Temperaturänderung eintritt.

[3] Nimmt insofern eine ganz besondere Stellung ein, als die Energie in ihr nicht an die Materie gebunden ist.

irgend einer messbaren Erscheinung so verbunden ist, dass man sie leicht erkennen kann. Denn die Menge Energie, welche in diesem Instrument enthalten ist, wenn es mit einem anderweit gegebenen Gegenstand zum Energieaustausch und Gleichgewicht gebracht wird, ist ausschliesslich durch den Wert der Intensität bestimmt, welche in letzterem herrscht, und ganz unabhängig von dem Gesamtbetrag der Energie in diesem.

3. Die Voraussetzung des allgemeinen Verfahrens zur Auffindung der beiden Skalen ist, dass eine beliebige Variation der Intensität und der Kapazität möglich sei, aber diese ist bei jeder andern Art Energie andern Beschränkungen unterlegen.

B) 1. Die Faktoren verschiedener Energiearten stehen häufig in gegenseitiger funktioneller Beziehung, wobei die Beziehung der Proportionalität die häufigste ist. (Die Tatsache, dass die einander proportionalen Kapazitätsfaktoren wie Masse, Gewicht, Volum, Wärmekapazität, Kapazität für chemische Energie stets räumlich ungetrennt erscheinen, hat zur Gewohnheit geführt, sie alle in einem Träger oder Gefäss der Energie enthalten sein zu lassen, dem man den Namen *Materie* gegeben hat. Sie ist demnach nichts, als eine räumlich unterscheidbare, zusammenhängende Summe von Energiegrössen und so soll den in Zukunft bei dem Gebrauche der Ausdrücke Materie, materielles Objekt und Objekt von der Hypothese eines Trägers abgesehen werden, und nur die Tatsache der räumlichen und funktionellen Vereinigung von Energiegrössen gemeint sein.)

2. Neben diesen konstanten Verbindungen von Energiefaktoren stehen noch die willkürlichen (durch Maschinen bewerkstelligt), deren Wesen darin besteht, dass sie es ermöglichen, den Proportionalitätsfaktor der beiden in gegenseitiger Abhängigkeit stehenden Energiefaktoren (I. und K.) beliebig innerhalb gewisser Grenzen zu ändern.

3. Diese notwendigen und willkürlichen Beziehungen der Energiefaktoren sind die Ursache und notwendige Bedingung für die gegenseitigen Umwandlungen der Energiearten in einander.

4. Da ein *endliches* Gebilde mit einer einzigen Art Energie in welchem die Intensität überall gleich ist, nicht möglich ist, indem an den Grenzen desselben, irgend andere Gebilde mit anderen Energien verbunden sind, müssen sich, da doch solche endliche Gebilde mit ruhender Energie erfahrungsmässig existieren, die vor-

handenen Intensitätunterschiede *kompensieren* und zwar durch die oben erwähnte Verknüpfung der Energiefaktoren.

5. Die Voraussetzungen der Anwendung des Satzes von der Kompensation sind die Koexistenz zweier Energiegebiete und des Bestehen einer Maschinengleichung, die unabhängig vom ersten Hauptsatz selbst ist. Denn der erste Hauptsatz verlangt unter allen Umständen, dass die entstehenden und verschiedenen Energiemengen gleich sind, der Gleichgewichtssatz aber verlangt diese Gleichheit für die mit einander durch die Maschinengleichung verbundenen Energiearten.

6. Die Maschinengleichung, ($C_1 = KC_2$) durch welche verschiedene Arten Energie in ihren Aenderungen von einander abhängig gemacht werden, betrifft erfahrungsmässig nur die Kapazitätsfaktoren. Sie führt zum verallgemeinerten Intensitätsgesetze, nämlich dass zwischen zwei Energien Gleichgewicht stattfindet, wenn die Intensität der einen der reduzierten Intensität der andern entgegengesetzt gleich ist. Unter reduzierter Intensität ist hierbei die mit dem Maschinenfaktor multiplizierte Intensität verstanden.

Die weiteren Ausführungen Ostwalds bringen noch den Satz von der Konstanz der beweglichen Energie in einem isolierten Gebilde, für welchen er als Beispiel die Bewegung eines Planeten um die Sonne vorführt und eine Ausnahme desselben. Und zwar bildet die strahlende Energie die nicht an Materie gebunden ist, diese Ausnahme. Damit ist eine bestimmte Richtung auf die Verminderung der beweglichen Energie gegeben.

Nun zum nächsten Vortrage über Energetik, den Ostwald am 16. Oktober 1893 in der Sitzung der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaft gehalten hat. Er trägt den Titel «Ueber das Prinzip des ausgezeichneten Falles». (Berichte über die Verhandlungen 45. Band 1893, Leipzig, Hirzel). Der erste Hauptsatz der Energetik «regelt die Bilanz», der zweite besagt, in welcher Richtung der energetische Vorzug erfolgt und zwar von der höheren zur niederen Intensität oder umgekehrt. Für ein zwangläufiges Gebilde genügt das, auch ist, wenn Bewegungsenergie vorhanden, die Zeit bestimmt. Bei den andern Energiearten, die keinen Zeitfaktor enthalten, wird durch den zweiten Hauptsatz nur der Sinn, nicht aber die Geschwindigkeit des Vorganges festgesetzt. Hat aber das betrachtete Gebilde mehrere Grade der Freiheit, so reicht also auch der zweite Haupt-

satz nicht aus, um aus den gegebenen Bedingungen eindeutig zu bestimmen, was eintreten wird . . . . Unter unendlich vielen *möglichen* Fällen ist nur ein *wirklicher* vorhanden und es muss neben den beiden Hauptsätzen offenbar *noch ein weiteres Prinzip* bestehen, welches diesen zu bestimmen gestattet. Dieses Prinzip nun ist folgendermassen auszusprechen: *Sind für irgend einen Vorgang unendlich viele Möglichkeiten vorhanden, so ist das wirklich eintretende Geschehnis der ausgezeichnete Fall, unter den möglichen Fällen*". Dieses Prinzip meint Ostwald, habe er in derselben Weise wie früher (siehe die vorhergehende Abhandlung Teil I.) das Prinzip der virtuellen Energieänderungen aus der Mechanik übernommen; auch jetzt erweitere er bloss das im mechanischen Gebiete zur Geltung gelangte Prinzip des ausgezeichneten Falles auf Geschehnisse beliebiger, nicht nur mechanischen Natur.

In diesem Prinzip, dass für Gebilde mit mehr als einem Grade der «Freiheit» gilt, ist eine Analogie zwischen physischen und psychischen Vorgängen empfunden worden, von welchen schon die Benützung eines dem Seelenleben entnommenen Worte Zeugnis ablegt. Denn auch bei jeder willkürlichen oder Wahlhandlung führt die Entscheidung auf den «ausgezeichneten Fall», d. h. auf den Fall, welcher in Bezug auf die vorhandene Willensbeschaffenheit ein Maximum von Erfolg verspricht. «Auf diese Weise beantwortet sich *wenigstens teilweise* die Frage, wie die tatsächliche Bestimmtheit der Naturerscheinungen, welcher auch die psychologischen Vorgänge unterliegen müssen, sich mit dem unzweifelhaft vorhandenen Bewusstsein eines «freien Willens» vereinigen lasse.»

Eine besonders beachtenswerte Anwendung, auf dem Gebiete der Physik, findet das Prinzip bei der Frage nach der «Richtung der Kraft». Die tatsächliche Bewegung unter den vielen möglichen erfolgt der Kraft gemäss, welche den ausgezeichneten Fall unter allen möglichen darstellt. Das Maximum des Differentialquotienten der Energie nach dem Raum findet für die Richtung statt, welche zur Niveaufläche senkrecht steht, und dies ist dann auch die Richtung der wirklichen Kraft, oder vielmehr der wirklichen Bewegung. An dieses Prinzip, das nach Helm «über das Energiegesetz hinauszuführen» verspreche, hat sich eine Auseinandersetzung mit Lie (Leipziger Berichte 1894, darauf Ostwald ebenda S. 276) geknüpft, auf die Helm in seiner «Energetik nach ihrer geschichtlichen Entwicklung» (Leipzig, Veit & Cie. 1898 S. 245) eingeht, um unter

Bezugnahme auf die schon früher von Petzold (Maxima, Minima und Oekonomie, Altenburg 1881, Vierteljahrs. für wiss. Philosophie 1890, 14) betonte Singularität und Einzigartigkeit der eingeschlagenen Bahn, gegenüber der möglichen, zum Schlusse zu gelangen, dass man Lie zwar Recht geben müsse, wenn er meint, dass solche allgemeine mathematisch nicht fassbare Wahrheiten[1] als analytisch nicht als vorwärtsbringend anzusehen sind, dagegen aber darf nicht übersehen werden, dass ihre Erkenntnis keineswegs wertlos ist. Im übrigen hat Helm selbständig ein Prinzip aufgestellt, das er für die zweckmässigste Form hält, die Mechanik auf energetische Grundlage zu stellen. Es würde uns aber zu weit führen, hier darauf einzugehen.

Wir möchten noch an dieser Stelle hervorheben, dass die Prinzipien in diesem Entwurfe zu einem System der Energetik mit der Kant'schen Auffassung der Naturwissenschaft leicht in Uebereinstimmung gebracht werden können. So fasst Ostwald selbst die Begriffe Raum und Zeit nicht sinnesphysiologisch und biologisch, wie von einem Naturforscher zu erwarten wäre, sondern im Sinne Kants — als Anschauungsformen auf. Kurt Lasswitz hat auf Grund der Studien zur Energetik und Neubearbeitung des zweiten Teiles des Lehrbuches der Chemie von Ostwald versucht[2] die Ergebnisse der Energetik mit den aprioristischen Formen des Denkens, im Sinne der Marburger Neukantischen Schule in Einklang zu bringen. Ostwald dagegen hat sich immer mehr und mehr von diesen Anschauungen entfernt, um einerseits den Weg des Empirismus und Sensualismus einzuschlagen, andererseits in seinen erkenntnistheoretischen Anschauungen sich der Immanenzphilosophie zuzuwenden.

Seine nächste Arbeit: «Ueber chemische Energie» (Vortrag gehalten auf der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte 1893) ist für unser Thema nur insofern von Wichtigkeit, als wir aus ihr ersehen, dass er noch nach Veröffentlichung seiner Studien zur Energetik der atomistischen Hypothese eine gewisse Berechtigung zuerkannte. Wie es scheint, schwankte er noch damals sehr in seinen Anschauungen. Er meint nämlich: Dem heutigen Chemiker pflegen

---

[1] In gleicher Richtung zielende Gedanken sind nach Petzolds kritischer Zusammenfassung auch bei Zöllner, Fechner, Mach und Avenarius anzutreffen.

[2] Siehe dessen Aufsatz: die moderne Energetik in ihrer Bedeutung für die Erkenntniskritik in den philosophischen Monatsheften Band XXIX, 1893, S. 1—30, 177—197.

Zweifel an der Realität der Atome überhaupt nicht aufzusteigen. Nun sei zwar die Atomhypothese pädagogisch sehr zweckmässig, «bei Untersuchungen allgemeiner Art ist es aber umso nötiger, das Tatsächliche sorgsam von Hypothetischen zu scheiden, um sicheren Grund zum Weiterbau zu haben». Er bezeichnet also als hypothetisch das, von dem er in seinen Studien zu beweisen versucht hat, dass ihm nichts in der Wirklichkeit entspreche.

Der Aufsatz beschäftigt sich hauptsächlich mit der Anwendung, die die Zerlegung jeder Energieart in die zwei Faktoren — den Intensitätsfaktor und den Kapazitätsfaktor — auf die chemischen Verbindungen findet. Auf die Einzelheiten wollen wir hier nicht eingehen. Ferner ist in diesem Vortrage das Problem des «Mannigfaltigkeits-Charakters der verschiedenen in den Wissenschaften auftretenden Grössen oder Werte» angedeutet. In seinem Hauptwerke: «Vorlesungen über Naturphilosophie» hat Ostwald diese Untersuchung weiter entwickelt. Wir werden daher an der betreffenden Stelle darauf zurückkommen.

Der Vortrag über die «Chemische Theorie der Willensfreiheit» (Leipziger Berichte 1894) bringt die uns bereits geläufige Unterscheidung zwischen Bewegungsenergie und den anderen Energiearten in Bezug auf Zeitfreiheit, dass nämlich die letzteren nichts über die Zeit aussagen, während erstere den zeitlichen Verlauf einer Erscheinung vollends bestimmt. Indem Ostwald das Postulat aufstellt: «dass alle natürlichen Geschehnisse zureichend bestimmt sind», schliesst er daraus, dass «ausser den bekannten Gesetzen der Energetik und dem Gesetze des ausgezeichneten Falles noch ein weiteres Gesetz oder mehrere vorhanden sind, durch welche der zeitliche Verlauf der Vorgänge auch in solchen Fällen eindeutig bestimmt wird, in welchen die Energieverhältnisse keine Zeitbeziehung enthalten. Ohne die Kenntnis solcher Gesetze ist die vollständige Beurteilung der natürlichen Vorgänge unmöglich, demnach der Fortschritt der Wissenschaft mit Notwendigkeit auf die Entdeckung dieser Gesetze führen muss. Die Hypothese, dass alle natürlichen Vorgänge im letzten Grunde mechanisch seien, wird durch diese Tatsache beseitigt, denn die rein mechanischen Erscheinungen sind nicht nur zeitlich vollkommen bestimmt, sondern in den Gleichungen, welche diese Erscheinungen beschreiben, kann die Zeit beliebig positiv oder negatif geändert werden, was mit dem eindeutigen Verlauf der tatsächlichen

Erscheinungen nicht übereinstimmt. Der von Ostwald in früheren Vorträgen (Leipziger Berichte 1891 und 1892) erwähnte irreducible Faktor der nichtmechanischen Energiearten (zeitfreie Energieformen nach Ostwald) ist seiner Meinung nach in den katalytischen Erscheinungen zu finden. Es wird ganz klar sein, was Ostwald darunter versteht, wenn wir hier die Definition der katalytischen Erscheinung (in der Chemie) mit Ostwalds eigenen Worten wiedergeben: «Es ist dies ein Vorgang, in welchem eine für sich in einer bestimmten Zeit verlaufende chemische Reaktion durch die Gegenwart eines fremden Stoffes, der am Ende der Reaktion in demselben Zustande ist wie am Anfange, eine Aenderung seines zeitlichen Verlaufes erfährt».

Die Anwendung der Tatsachen auf das Problem der Willensfreiheit führt zu folgenden Ergebnissen: Verfügt der Mensch über ein Mittel, katalytische Wirkungen bei dem Ablauf der mit den geistigen Vorgängen verbundenen chemischen zur Geltung zu bringen, so hat er dadurch die Möglichkeit, diese geistigen Vorgänge nach Umständen zu beschleunigen oder zu verlangsamen und diese Möglichkeit, das Zeitmass der psychischen Vorgänge zu regeln, wenn auch das Eintreten derselben naturgesetzlich, d. h. energetisch bestimmt ist, ist die *Quelle unserer Empfindung der Willensfreiheit*. Wir sind frei darin, dass wir die neben dem Begehren auftretenden Gedankenreihen schneller oder langsamer, und demgemäss wirksamer oder weniger wirksam stattfinden lassen.

So eigenartig und wertvoll dieser Gedanke für die Naturwissenschaft auch sein mag, so scheint er uns doch für die Erklärung oder auch nur Deutung dieses Problems im modernen philosophischen Sinne nicht verwertet werden zu können, da er sich auf einen von dem zeitgemässen Denken schon längst überwundenen Standpunkt des Occasionalismus stützt.

Ostwalds nächster Vortrag: «Die Ueberwindung des wissenschaftlichen Materialismus», den er am 20. September 1895 auf der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Lübeck gehalten hat, bedeutet ein Ereignis in der Naturwissenschaft, das nur mit dem Auftreten von Dubois-Reymond mit seinem deprimierenden aber mutigen Ignorabimus verglichen werden kann. Es war dies die wirkungsvollste Widerlegung des Materialismus, weil sie von einem Naturforscher kam. War auch die Unhaltbarkeit des Materialismus

von philosophischer Seite und zwar von den verschiedensten Gesichtspunkten ausgehend, schon längst gründlich und unwiderlegbar nachgewiesen worden, so bedurfte es doch des letzten Stosses von Seite der Naturforscher selbst, um die Niederlage zu besiegeln. Dieser Stoss wurde ihm in Deutschland von Mach und Ostwald versetzt und, was ich hier besonders hervorheben möchte: Ostwald hat dies mit einer weit mehr exakt naturwissenschaftlichen Argumentation getan als Mach.

Am Eingange dieser Arbeit betont Ostwald ausdrücklich, dass es sich ihm um eine naturwissenschaftliche Erörterung handelt und dass er seine Ergebnisse rein auf dem Boden der exakten Wissenschaft gewonnen habe.

Er geht zunächst davon aus, dass «die Bedeutung der Naturgesetze und die Gestalt auf die sich alle zurückführen lassen, *die Ermittelung einer Invariante ist*, einer Grösse, die unveränderlich bleibt, wenn auch alle Bestimmungsstücke . . . sich ändern». «Eine solche Invariante von allgemeiner Bedeutung wurde in dem Begriffe der *Masse* gefunden. Da man aber diesen Begriff zu inhaltsarm gefunden hat, um ihn zur Darstellung der mannigfaltigen Erscheinungen verwenden zu können, hat man ihn in der Weise zu erweitern gesucht, dass man ihm alles zugesellte, was für die Sinneswahrnehmung mit ihm — dem Begriffe Masse — verbunden war, wie das Gewicht, die Raumerfüllung, die chemischen Eigenschaften u. s. w. So entstand der Begriff *Materie.* Durch diese Erweiterung aber wurde ein metaphysisches Element hineingebracht und das *physikalische Gesetz* — worunter Ostwald eine Verknüpfung messbarer Grössen versteht — von der Erhaltung der Masse ging in das *metaphysische Axiom* von der Erhaltung der Materie über. Wie wenig exakt diese Formulierung ist, zeigt am deutlichsten die Anwendung, die sie für die chemischen Erscheinungen gefunden hat. Diese Ansicht verlangt nämlich die Annahme, dass wenn auch alle durch die Sinne wahrnehmbaren Eigenschaften in den komponierenden Elementen verschwunden sind, sie sich nichtsdestoweniger in der entstandenen Verbindung vorfinden. So z. B. soll im Wasser Wasserstoff und Sauerstoff tatsächlich vorhanden sein, trotzdem diese Verbindung keine Eigenschaften der Komponenten mehr aufweist. Da aber nun alles, was wir von einem bestimmten Stoffe wissen, nicht mehr ist und sein kann als die *Kenntnis seiner Eigenschaften*, so ist die Behauptung, es wäre ein bestimmter Stoff zwar noch vorhanden, hätte aber keine

von seinen Eigenschaften mehr, ganz unhaltbar, oder wie sich Ostwald kräftiger ausdrückt «von einem reinen Nonsens nicht sehr weit entfernt».

Ein zweiter Einwand, den er gegen die Anschauung erhebt ist etwa folgender: Die sogen. Materie muss ja notgedrungen als ein Etwas an sich Ruhendes und Unveränderliches gedacht werden. Dieser Umstand macht es unmöglich, mit diesem Begriffe für die Deutung der «beständig sich verändernden Welt» auszukommen. Um also die Veränderlichkeit zum Ausdrucke bringen zu können, müsste er durch einen zweiten von ihm völlig *unabhängigen* Begriffe ergänzt werden. Ein solcher Begriff war die *Konzeption der Kraft* von Galilei als der konstanten Bewegungsursache. Nachdem ferner Newton mit der Idee, dass die gleiche Kraft als Funktion der Entfernung zwischen den Himmelskörpern wirksam sei, die Gesamtheit der Erscheinungen der sichtbaren Sternenwelt auf eine Formel gebracht hat, lag es nahe, diese Theorie auf die Vorgänge in der kleinen Welt der Atome zu übertragen. So entstand die *mechanistische* Naturauffassung, nach welcher sämtliche Erscheinungen letzten Endes auf die Bewegung von Atomen zurückzuführen sind. Dem hält Ostwald entgegen, dass, wenn es auch gelungen ist, «für zahlreiche Einzelerscheinungen mechanische Bilder zu geben, es nichts destoweniger in *„keinem einzelnen Falle der Beweis erbracht worden“* ist, dass «die Vorgänge der Wärme, der Strahlung, der Elektrizität, des Magnetismus und des Chemismus tatsächlich mechanische seien». Da nun diese Hypothese nicht einmal für die leblose Natur ausreicht, so ist es klar, «dass dies um so weniger für die unvergleichlich viel verwickelteren Erscheinungen des organischen Lebens gelingen kann». Die mechanistische Weltanschauung, die Annahme, dass die Erscheinungen in ein System bewegter Massenpunkte aufgelöst werden können, muss also fallen gelassen werden. Die Beseitigung der mechanistischen Weltkonstruktion trifft aber zugleich die Grundlage der gesamten materialistischen Weltauffassung.

Ostwalds Bedenken gegen den Materialismus.

Nachdem Ostwald in seinen Deduktionen so weit gelangt und sie mit vielfachen Beweisen aus den exakten Wissenschaften erhärtet, glaubt er schon davon ableiten zu dürfen, dass damit zugleich die Ansichten Du Bois-Reymonds mit seinem Ignorabimus beseitigt worden sind. Es ist aber trotz Ostwalds langen Ausführungen an

dieser Stelle nicht zu ersehen, wie er dadurch, dass er die mechanistische Weltanschauung widerlegt, die Du Bois-Reymond'schen Rätsel gelöst hätte, namentlich nicht wie er glauben kann, die Unberechtigung des Ignorabimus nachgewiesen zu haben. Wie gesagt, glaubt er es schon durch die Beseitigung der mechanistischen Weltanschauung getan zu haben. Wollen wir jetzt sehen, ob es ihm wenigstens gelingt, durch seine positiven Ergebnisse, durch den Aufbau eines energetischen Weltbildes, den er im folgenden Teile dieser Arbeit zu geben versucht, den Beweis gegen das Ignorabismus zu erbringen, den er schon durch den negativen Teil, durch die Widerlegung des Materialismus, erbracht zu haben glaubt.

Wie stellt sich Ostwald das Weltbild vor, das er an die Stelle der zertrümmerten mechanistischen Weltanschauung zu geben gedenkt?

Zunächst hebt er hervor, dass die Aufgabe der Wissenschaft ausschliesslich darin bestehen müsse, «Realitäten, aufweisbare und messbare Grössen miteinander in bestimmte Beziehung zu setzen, so dass, wenn die einen gegeben sind, die anderen gefolgert werden können». In diesem Sinne nun ist die Energetik ein ausreichender Ersatz für die unhaltbar gewordene mechanistische Weltanschauung. Den Grund zu diesem neuen Prinzip einer Welterklärung hat Julius Robert Mayer gelegt, durch die Konstatierung der Aequivalenz der verschiedenen Naturkräfte, also der verschiedenen Energieformen. Helmholtz, Clausius und William Thomson, die dieses Aequivalenzgesetz durchgeführt haben, taten aber zugleich einen Schritt nach rückwärts, indem sie es dahin gedeutet haben, dass alle verschiedenen Energiearten «im Grunde mechanische Energie seien»! Diese Konzession an die damals herrschende mechanistische Naturauffassung, habe dem Energiegesetze seinen bedeutendsten Vorzug geraubt, nämlich «seine Freiheit von jeder willkürlichen Hypothese». Dies musste schliesslich zum Misslingen aller Versuche führen, die Energieformen befriedigend zu deuten, da man sie mechanisch deuten sollte.

Man muss also wieder dort anzuknüpfen versuchen, wo der Energiebegriff noch frei von jedem mechanischen Beigemengsel gewesen. Wenn man nun bedenkt, dass wir von der physischen Welt offenbar *nur* das erfahren können, was uns unsere Sinneswerkzeuge davon zukommen lassen, ferner, dass unsere Sinneswerkzeuge *nur auf Energieunterschied zwischen ihnen und der Umgebung reagieren*, so ist es evident, dass das Prädikat der Realität der Energie und *nur* der Energie zugesprochen werden kann. Die An-

schauung, als ob die Energie nur etwas Abstraktes, die Materie das Reale wäre, muss fallen gelassen werden. Das Gegenteil ist vielmehr wahr. Die Materie ist ein von uns konstruiertes Gedankending, während die Energie die allgemeinste Invariante, also das Reale schlechthin ist. Man darf auch nicht mehr, wie man es bis jetzt getan hat, die Materie neben der Energie bestehen lassen, weil was wir von dem konstruierten Gedankending Materie wissen und aussagen können, schon im Begriff der Energie enthalten ist. Masse entspricht der Kapazität für Bewegungsenergie, Gewicht ist eine besondere Art von Lagenenergie, Raumerfüllung ist nichts anderes als Volumenenergie, endlich die chemischen Eigenschaften, die wollen ja nur besagen: Chemische Energie. Denken wir uns nun diese verschiedenen Energiearten von der Materie fort, so bleibt nichts übrig, «da die Materie nichts ist, als eine räumlich zusammengeordnete Gruppe verschiedener Energieen». Dieser Begriff kann daher eliminiert werden und alles, was wir von der sogenannten Materie aussagen wollen, sagen wir von den Energieen aus.

Es ist noch ein sehr wichtiger Einwand zu erwähnen, den Ostwald in dieser Schrift[1] gegen die mechanische Weltanschauung erhebt, der vielleicht als Stützpunkt des Neovitalismus dienen kann: «Die mechanischen Gleichungen haben nämlich sämtlich die Eigenschaft, dass sie die Vertauschung des Zeichens der Zeitgrösse gestatten, d. h. die theoretisch vollkommenen mechanischen Vorgänge können ebensogut vorwärts wie rückwärts verlaufen. In einer rein mechanischen Welt gäbe es daher kein Früher und Später im Sinne unserer Welt; es könnte der Baum wieder zum Reis und zum Samenkorn werden, der Schmetterling sich in die Raupe usw. verwandeln. Für die Tatsache aber, dass dies nicht stattfindet, hat die mechanistische Weltauffassung keine Erklärung und kann wegen der erwähnten Eigenschaft der *mechanischen* Gleichungen auch keine haben.»[2]

---

[1] Andeutungsweise begegnen wir diesem Einwande schon in seiner Abhandlung: Chemische Theorie der Willensfreiheit, Leipziger Berichte 1894, S. 336. Ueber die Berechtigung dieses Einwandes siehe Al. Müller. Ueber Atomismus und Mechanismus, Zeitschrift für Philosophie und philosophische Kritik, Band 131, Heft I, 1907.

[2] A. Drews nimmt in seiner akademischen Antrittsvorlesung „Ueber das Verhältnis der Naturwissenschaft zur Naturphilosophie 1896“ — in der er die prinzipielle Trennung des Mechanismus von der Teleologie verficht, — zu diesem Einwande Stellung: „Nur wenn man den Stoff — meint er — schon

An einer andern Stelle sucht Ostwald darzulegen, dass diese Unzulänglichkeit der Energetik nicht anhafte. Mit welchem Erfolge soll später gezeigt werden.

Welche Vorzüge die energetische Auffassung besitzt, darüber lässt sich Ostwald an verschiedenen Stellen seiner Abhandlung aus. Seine Ausführungen lassen sich etwa folgendermassen zusammenfassen:

1. Die Energetik ist frei von den Widersprüchen, welche der mechanistischen Auffassungsweise anhaften.

2. Mittels des Energiebegriffes lasse sich viel mehr «darstellen» — darstellen: ist nach Ostwald das Ziel der Wissenschaft — als man bisher mit Hülfe der Begriffe: Stoff und Kraft darzustellen vermochte.

3. Indem wir keine andere Voraussetzung über den Zusammenhang der verschiedenen Energiearten untereinander machen, als die durch das Erhaltungsgesetz gegebene, können wir die verschiedenen Eigenschaften objektiv studieren . . . . und durch die rationelle Betrachtung und Ordnung dieser Eigenschaften, der Aehnlichkeiten und Unterschiede ein *System* der Energiearten aufstellen, welches — wie er wörtlich meint — «uns wissenschaftlich viel weiter führen wird, als die Verwischung der Unterschiede durch die hypothetische Annahme ihrer *innern* Gleichheit es tun kann». Aus dieser Stelle ist zu ersehen, dass Ostwald zu dieser Zeit nicht bloss noch nicht daran dachte, die Energieen in einem Gesamtbegriff «Energie» zu vereinheitlichen und zusammenzufassen — wie er es später getan hat — er sieht vielmehr einen Vorzug der Energetik darin «dass die Unterschiede nicht verwischt werden».

4. Die energetische Weltanschauung macht eine hypothesenfreie Naturwissenschaft möglich. «Wir fragen — sagt Ostwald — nicht mehr nach den Kräften, die wir nicht nachweisen können, sondern nach der Art und Menge der aus- und eintretenden Energieen. Die können wir messen, und alles, was zu wissen nötig ist, lässt sich in dieser Gestalt ausdrücken.»

---

als eine metaphysische Realität betrachtet, wenn man die Möglichkeit eines hinter ihm existierenden Grundes leugnet, wenn man die Erscheinung mit dem Wesen, das reale mit dem ideellen Sein, die Physik mit der Metaphysik verwechselt, nur dann ist der Mechanismus in der Tat das einzige Prinzip, dann ist es Aberglaube, sich noch nach einem teleologischen Faktor umzusehen."

5. Die Energetik ist der Weg, auf welchem die Forderung Kirchhoffs die sog. *Naturerklärung* durch die *Beschreibung* der Erscheinungen zu ersetzen, ihrem richtigen Sinne nach erfüllt werden kann.

Es ist auffallend, dass Ostwald in dieser Schrift, in der er wohl keinen der grossen und kleinen Vorzüge der Energetik zu erwähnen vergessen hat, den Hauptvorzug der Energetik, nämlich, dass in ihr wenigstens der Keim zur Ueberwindung des Dualismus liegt, verhältnismässig sehr wenig berücksichtigt. Er spricht bloss beiläufig von der «philosophischen Vereinheitlichung» aus der sich «ganz ungemein grosse Vorteile bezüglich des Lehrens und Verstehens der Wissenschaft» also Vorteile didaktischer Natur ergeben. Allein, wer mit der Denkart Ostwalds einigermassen vertraut ist, den wird es nicht besonders Wunder nehmen. Im zweiten Bande seiner Annalen der Naturphilosophie 1903, also sogar schon nach dem Erscheinen seines Hauptwerkes, sagt er im Zusammenhange mit einer Besprechung des Buches: «das Weltgesetz des kleinsten Kraftaufwandes, von G. Portig»: «*Für einen jeden unbefangenen Forscher wird eine dualistische Auffassung gegebenenfalls ebenso willkommen sein wie eine monistische*. . . » (S. 136).

Wir müssen noch auf den besonders charakteristischen Schluss dieser Arbeit etwas näher eingehen: Ostwald wirft die Frage auf, ob die Energie auch *zureichend* zum Verständnis sämtlicher Erscheinungen in der Natur sei und gibt zu, dass diese Frage mit einem Nein zu beantworten ist. «Es lassen sich eben Punkte bezeichnen, welche durch die bekannten Hauptsätze der Energetik nicht gedeckt werden und welche daher auf das Vorhandensein von Prinzipien hinweisen, die über diese hinausgehen. Die Energetik wird also künftig nicht das umfassendste Prinzip für die Bewältigung der natürlichen Erscheinungen sein, *sondern wird voraussichtlich als ein besonderer Fall noch allgemeinerer Verhältnisse erscheinen.*»

In einer Anmerkung zur neuen Ausgabe des Vortrages [1] (Ab-

---

[1] Die Stelle lautet folgendermassen: „Die allgemeinen Gesetze über das Geschehen sind bisher nur für solche Gebilde klar bekannt, welche im Sinne der Mechanik als *zwangläufig* bezeichnet werden können, d. h. deren Zustand durch eine einzige willkürliche Veränderliche vollständig bestimmt ist. Sind mehrere unabhängige Veränderliche vorhanden, oder gar unbestimmt viele, wie bei jeder wirklichen Naturerscheinung, so tritt ein neues Problem auf das Koordinationsproblem, dessen Bearbeitung noch ganz der Zukunft angehört.“

handlungen und Vorträge 1904, S. 465), erwähnt Ostwald dieses hier angedeutete Problem als das *Koordinationsproblem*, das dort einzusetzen hat, wofür mehrere Unabhängige Veränderliche — und dies ist ja bei jeder wirklichen Naturerscheinung der Fall — ein allgemeines Gesetz gesucht wird. Zwischen dieser Abhandlung und seinem Hauptwerke «Vorlesungen über Naturphilosophie» ist ein Aufsatz «Ueber die Einführung des Begriffes Arbeit beim Unterricht in der Mechanik» zu erwähnen, der für den Ausbau des Ostwald'schen Systems nur insofern von Interesse ist, als Ostwald die diktatischen Vorzüge hervorhebt, die die Forderung den Begriff Kraft auf den der Arbeit zu gründen in sich trägt, im Gegensatz zu dem bisher üblich gewesenen Verfahren, den Begriff Arbeit auf den der Kraft basieren zu lassen.

Vorlesungen über Naturphilosophie, 1901—1902.

Wir wollen nun zu dem Hauptwerke übergehen, zu den Vorlesungen über Naturphilosophie, in welchem Ostwald zum erstenmale den Versuch gemacht hat, seine vereinzelt erschienenen unvollständigen Theorien über die Energetik zu einem lückenlosen System auszugestalten, und einen Schritt weitergehend eine neue Wissenschaft mit einem alten, sogar ominösen Namen «Naturphilosophie» zu begründen, die dem weiteren Ausbau der Energetik als Grundlage dienen solle.

Die «Vorlesungen über Naturphilosophie», welche er im Sommer des Jahres 1901 an der Universität Leipzig gehalten hat, sind im Jahre 1902 zugleich mit dem ersten Bande der von ihm begründeten Annalen, in erweiteter Form als Buch erschienen. In dem beigefügten Vorworte führt Ostwald aus, dass er es «trotz der Bedenklichkeit des Wagnisses doch unternehme, auch die psychischen Erscheinungen dem Energiebegriff zu unterordnen, weil die einfache und natürliche Aufhebung der alten Schwierigkeiten, welche der Vereinigung der Begriffe Materie und Geist sich entgegenstellten, durch die Unterordnung beider unter dem Begriff der Energie, ihm als ein grosser Gewinn erscheine und dass selbst wenn der hier vorgelegte Versuch sich als undurchführbar erweisen sollte, die künftige Entwicklung der Philosophie zweifellos neue Versuche in gleicher Richtung enthalten wird. Denn ob dies mit dem gegenwärtigen Energiebegriff befriedigend gelingen wird oder dieser einer weitern Entwicklung bedarf, jedenfalls liegt in dieser Richtung die

Möglichkeit, den seit Descartes gähnenden Riss zwischen Materie und Geist auszufüllen.» [1]

In der Vorrede zur ersten Auflage bemerkt Ostwald ferner, er sei bemüht gewesen, mit den Vorlesungen «ein Buch zu schreiben, in welchem keine Hypothese aufgestellt oder benutzt worden ist». Diese Behauptung Ostwalds lässt sich aber nicht gut in Uebereinstimmung bringen mit den Vorbehalten, die er oben gemacht, die eine gewisse Bedenklichkeit des Unternehmens betonen. Der Ausdruck Hypothese hat übrigens bei Ostwald einen überaus elastischen, verschwommenen Charakter angenommen.

Jedenfalls ist der Hauptzweck des Buches klar gekennzeichnet. Ostwald ist der Meinung, die Naturphilosophie werde die Energetik weiter ausgestalten und befestigen, sollte sich dies aber als unmöglich zeigen, dann werde sie der Energetik übergeordnet werden.

Die Vorlesungen zerfallen in einen erkenntnistheoretischen Teil (Erfahrung, Sprache, Begriffselemente, Mannigfaltigkeiten usw.), einen naturwissenschaftlich-energetischen Teil und endlich gelangt die Naturphilosophie (das Leben, Zwecke und Mittel der Lebewesen, Reizbarkeit, Gedächtnis, das geistige Leben, das Bewusstsein, der Wille, das Schöne und Gute) zur Behandlung.

«Der erste einleitende Teil» — sagt Ostwald im Vorworte — «beschäftigt sich mit Fragen, die oft und viel von den denkkräftigsten Philosophen aller Zeiten erörtert worden sind. Es gewinnt aber ein gewisses Interesse, welche Seiten und welche Lehren der geschichtlich gewordenen Philosophie einem Naturforscher für seine Arbeit hilfreich und nützlich geworden sind».

Der erste Teil ist also nur als philosophische Propädeutik der auf dem Boden der exakten Wissenschaften gewonnenen Naturauffassung Ostwalds anzusehen.

Erst als er den Energiebegriff in denselben für fortschrittbringend erkannt hat, übertrug er ihn auf psychische Erscheinungen und erblickte die Möglichkeit, zwei bisher unvereinte Gebiete, das der Naturwissenschaft und das der Geisteswissenschaften vermittels eines Grenzbegriffes — Energie — und einer Grenzwissenschaft — Naturphilosophie — zur Vereinigung zu bringen.

---

[1] Vergleiche dazu die auf Seite 28 aus den Annalen Band II angeführte Stelle aus dem Jahre 1903, in welche er es als Befangenheit ansieht, wenn man einer *monistischen* Auffassung eo ipso den Vorzug vor einer dualistischen gibt.

Mit der Untersuchung des erkenntnistheoretischen Teiles und der Naturphilosophie Ostwalds wollen wir uns erst dann beschäftigen, wenn wir den naturwissenschaftlich-energetischen Teil, der «den Zusammenhang der allgemeinen Begriffsbildung mit dem Energiebegriff im einzelnen nachzuweisen versucht» — zur Darstellung gebracht haben.

Wir wollen also zunächst in der Weiterführung der von Ostwald in den vorangegangenen Schriften gewonnenen Ansichten über Materie und Energie — mit der Darstellung der in den Vorlesungen darauf bezüglichen Erörterungen beginnen und vergleichend die Unterschiede und Fortschritte klar hervortreten lassen.

Ich möchte nun noch vorerst erwähnen, dass im ersten erkenntnistheoretischen Teile die Begriffe Masse und Materie überhaupt nicht vorkommen und das Wort Energie nur einmal gestreift wird und zwar im Hinweis auf den zweiten Teil. Dieser Umstand ist sehr bezeichnend und widerlegt die Behauptung Ostwalds im Vorworte, dass nämlich für die organische Verbindung beider Teile genügend gesorgt worden ist. Die Anknüpfungen der Ausführungen über Energetik an den erkenntnistheoretischen Teil beginnt mit der Mitte der 8. Vorlesung,[1] welche die Ueberschrift: Zeit, Raum, Substanz trägt, und deren Ausführungen darin gipfeln, dass der Energie die Bezeichnung allgemeinste Substanz zukommt. Der Gedankengang ist folgender: Da sich Zeit und Raum als die besonderen Mannigfaltigkeiten — unter Mannigfaltigkeit versteht Ostwald die Gesamtheit irgendwelcher geordneter oder miteinander in irgend einer Beziehung gebrachter Dinge — erwiesen haben, in die wir alle unsere Erlebnisse einordnen können, so bleibt doch noch die Frage nach den Besonderheiten dieser Erlebnisse selbst übrig, d. h. nach den Eigentümlichkeiten der Dinge, durch welche wir verschiedene Räume und Zeiten von einander unterscheiden können. In den genannten Begriffen liegt eine solche Unterscheidungsmöglichkeit nicht, da sie beide gleichförmig, d. h. in ihren Teilen nicht unterscheidbar sind. Unsere Erlebnisse enthalten also noch andere engere Mannigfaltigkeiten, die wir aufzusuchen haben. Die Bildung der Begriffe beruht auf der Aufsuchung des Gemeinsamen oder Wiederkehrenden. Dieses letztere scheint eine besondere bevorzugte Existenz dem Wechselnden oder Verschiedenen gegenüber zu haben, vermöge deren es sich eben in den Vordergrund stellt. So findet sich denn

[1] (von S. 145, III. Aufl. 1905.)

im philosophischen oder theoretischen Denken von je her die Frage nach dem Urding, das allen Dingen zu Grunde liegt, aus denen die Dinge werden und dessen mannigfaltige Erscheinungsformen die Dinge sind. Insbesondere hat sich die griechische Philosophie mit diesem Gedanken beschäftigt. Aristoteles hat in jedem Dinge etwas Unveränderliches angenommen, das er dessen *Substanz* nannte und ausserdem Veränderliches von mancherlei Art, dem er den Namen *Akzidenz* zukommen liess[1].

An die Auffassung Aristoteles von Substanz und Akzidenz knüpft nun Ostwald folgende Betrachtungen an:

Dieser Gedanke hat einen angemessenen Zug in sich, da ja für die Herstellung der Begriffe als des allgemeinsten Denkmittels die Hervorhebung eines wiederkehrenden Bestandteils oder besser gesagt: einer wiederkehrenden Seite, — denn wir dürfen nicht von vornherein behaupten, dass das Wiederkehrende sich wie ein Bestandteil aussondern lasse — die grundlegende Verrichtung ist. Andererseits ist uns der Umstand bereits vielfach entgegengetreten, dass ein gegebenes Erlebnis, je nach der Seite, die wir in Betracht ziehen, sich ganz verschiedenen Begriffen unterordnet. Dies macht uns auf eine Gefahr des Denkweges — des Aristoteles — aufmerksam. Man darf nicht von vornherein voraussetzen, dass jedes Ding nur eine «Substanz», sondern wird sich vielmehr bereit halten müssen, deren mehrere, je nach den Fragen, die man an das Ding stellt, anzuerkennen. — Hier sei eingeschaltet, was Ostwald zu übersehen scheint, dass gerade Aristoteles dieser Forderung nachgekommen ist. — Dadurch werden wir aber wiederum auf den gleichen Weg der Begriffsanalyse gedrängt . . . denn hier werden wir am sichersten die allgemeinste Substanz bezw. die allgemeinsten Substanzen finden, welche, die Erfahrung uns zuerkennen und so zu bezeichnen gestattet.

«Im Sinne dieser Begriffsanalyse haben wir also die Frage zu stellen: Was ermöglicht uns für die Aussenwelt die Bildung des Dingbegriffes? Diese Frage aber löst sich in die beiden andern auf:

[1] An dieser Stelle sei behufs richtigen Verständnisses der weiteren Ausführungen hervorgehoben, dass Ostwald notgedrungen keinen anderen als graduellen Unterschied zwischen Substanz und Akzidenz gelten lassen darf und auch gelten lässt. Nur so kann man begreifen, dass er in seinen weiteren Ausführungen dazu gelangt, Energie als Substanz und Akzidenz zugleich hinzustellen.

Was *findet* sich am allgemeinsten in den Dingen der Aussenwelt, was ist also die allgemeinste *Substanz?* und: Wodurch *unterscheiden* wir die Dinge der Aussenwelt von einander, also was ist das allgemeinste Akzidenz.»

Die Antwort auf diese beide Fragen glaubt Ostwald in einem Worte geben zu dürfen: Die *Energie*. Die Energie ist die allgemeinste Substanz, denn sie ist das *Vorhandene* in Zeit und Raum und sie ist das allgemeinste Akzidenz, denn sie ist das *Unterschiedliche* in Zeit und Raum.

Trotzdem nun Ostwald hier meint, das wäre mit einem Worte gesagt, ist er sich auch selbstbewusst, dass das eben nur ein Wort und keine Antwort bedeutet, beansprucht daher es bloss als Programm zu betrachten und sucht es hierauf von verschiedenen Seiten ausgehend näher zu beleuchten und zu erörtern.

Wir möchten folgendes aus seinen Ausführungen herausgreifen:

Der Substanzbegriff hat in der Philosophie wie in den Naturwissenschaften eine lange und mannigfaltige Entwicklung durchgemacht. Die von Aristoteles gekennzeichnete Form desselben ist nur eine Seite von mehreren[1] . . . Der Entwicklungsgang lässt sich kurz dahin kennzeichnen, dass immer mehr von dem was ursprünglich der Substanz der Dinge zugeschrieben war, unter die Akzidenzen verwiesen wurde, bis schliesslich bei *Kant* der Zustand des «Dinges an sich» erreicht wurde, das gar keine Eigenschaften mehr hatte. Nachdem nämlich alle Eigenschaften richtig als die Beziehungen erkannt worden waren, welche das Ding zum erkennenden Subjekt, sei es mittelbar oder unmittelbar, aufweist, wurde der *Schluss gemacht*, dass wenn man diese subjektiven Bestandteile von dem Dinge fortnimmt, als der vom Subjekt unabhängige Rest, *das Ding an sich* nachbleibe . . . Wie wir überhaupt wissen können, dass dem Ding der Erfahrung ein Ding unterliegt, von dem wir keine Erfahrung haben, ist auch für Kant eine grosse Frage gewesen, auf die er, wie Ostwald meint, *verschiedene* Antworten gegeben hat. Ostwald lässt sich auf eine Kritik dieser «verschiedenen» Antworten Kants auf diese tiefeingreifende Frage nicht ein, sondern begnügt sich

[1] Hier sei angedeutet, dass Ostwald nicht erschöpfend genug darstellt, wie Aristoteles der auch eine zerstörbare Substanz kennt, den Begriff Substanz formuliert. Also, nicht nur erscheint der Substanzbegriff in der Philosophie von Seiten, die Aristoteles nicht kennt, der Substanzbegriff erscheint bei Aristoteles selbst in Nuancen, die Ostwald zu übersehen scheint.

anstatt dessen mit einer Betrachtung darüber, welchen Einfluss Kants Kritik der reinen Vernunft auf die verschiedenen Wissensgebiete gehabt hat, eine Betrachtung, die sehr einseitig zugespitzt wird. Er meint nämlich, dass Physik und Chemie fortführen, unbekümmert um das Kant'sche Ding an sich, die Dinge mit ihren Eigenschaften als Wirklichkeiten zu betrachten, während Physiologie und Sinnespsychologie sich mehr der Kant'schen Auffassung zugeneigt haben. Es sind namentlich die Fortschritte der Sinnespsychologie gewesen, die zur Parole «Zurück auf Kant» geführt haben.

«Es sind also — deduziert Ostwald — zwei Gruppen verschiedener Gründe vorhanden, von den die eine das Festhalten an der Wirklichkeit der Dinge, wie sie uns erscheinen, die andere das Abgehen von dieser Ansicht unterstützt. Wenn der hier vorhandene Widerspruch sich soll lösen lassen, so wird dazu der Nachweis erforderlich sein, dass bei beiden Ansichten Unvollständigkeiten vorhanden sind, deren Ausfüllung die Vereinigung bewirken wird. Diese Unvollständigkeiten werden natürlich in den beiderseitigen Abgrenzungen des Substanzbegriffes zu suchen sein.»

An dieser Stelle berührt Ostwald den Kernpunkt seiner Fragestellung. Wir wollen daher etwas länger bei der Erörterung derselben verweilen. Zunächst sei hervorgehoben, dass Kant und nach ihm Schopenhauer bereits zur Genüge bewiesen haben, dass sich die Naturwissenschaft als solche mit der objektiven Betrachtung der Dinge zu begnügen hat, während die Philosophie vom Subjektiven ausgehen muss. Es ist ferner sehr fraglich, ob diese Unvollständigkeiten gerade in der falschen Abgrenzung des Substanzbegriffes zu suchen sei. Schliesslich sei darauf hingewiesen, dass Ostwald in der von ihm vorgeschlagenen Lösung keine Abgrenzung des Substanzbegriffes, sondern eine sehr gewagte Modifizierung postuliert. Auf sämtliche hier angedeutete Punkte werden wir später zurückkommen.

Wollen wir nun die weiteren Ausführungen Ostwalds verfolgen:

Die Substanz der Physik und Chemie des XIX. Jahrhunderts führt den besonderen Namen der Materie .... Von Eigenschaften werden ihr zugeschrieben: Masse [1] (Menge der Materie), qualitative

[1] An einer andern Stelle meint Ostwald: Die Definition der Masse als Quantität der Materie ist ein schädlicher Unsinn, vielmehr ist sie „eine besondere Eigenschaft, von der die Energie eines bewegten Körpers ausser seiner Geschwindigkeit abhängt (Vorlesungen S. 185).

Verschiedenheiten, die sich auf die Existenz von 70—80 Elementen zurückführen lassen, welche nicht ineinander umwandelbar sind, Ausdehnung im Raume, Formbegrenzung, Undurchdringlichkeit, Unzerstörbarkeit, ferner Trägheit, Schwere, Teilbarkeit, Porösität. Es herrscht aber wenig Uebereinstimmung darüber, welche von diesen Eigenschaften als wesentlich und welche als unwesentlich zu bezeichnen sind.

«Was mit diesen Definitionen versucht wird, ist offenbar die Ermittelung und Aussonderung einer Reihe von allgemeinen Eigentümlichkeiten, die den Dingen der Aussenwelt anhaften. Der alte Stoffbegriff suchte alles Physische zu umfassen.» Durch die Forderung der bestimmten Abgrenzung der Tastbarkeit usw. ist man aber dazu gelangt, den Begriff Materie nur «auf mit Gewicht behaftete Dinge» anzuwenden, wodurch man Erscheinungen wie Licht, Elektrizität usw. ausschloss, da diese sich anscheinend durch den von Materie freien Raum betätigen. Dies führte zur Annahme eines Notbehelfes, des sog. *Aethers*, der diese Lücke nur schlecht auszufüllen vermag.

Hierauf geht Ostwald zu einer Untersuchung über, welchen Dingen der Name Substanz zukommt, was bei ihm heissen will: «dasjenige ausfindig zu machen, was die Eigenschaft der Erhaltung besitzt und wenn es mehrere solcher Begriffe gibt unter ihnen den zu bezeichnen, welcher den nie fehlenden Bestandteil aller äussern Dinge bildet.»

Er geht dabei von folgenden Betrachtungen aus:

«Seitdem zu Ende des XVIII. Jahrhunderts das Gesetz von der Unveränderlichkeit des Gesamtgewichtes bei chemischen und physikalischen Vorgängen aller Art entdeckt worden ist, hat sich der Sprachgebrauch festgesetzt, *nur die wägbaren* Dinge Substanz oder Materie zu nennen. Indessen sind die wägbaren Stoffe keineswegs die einzigen Dinge, welche sich unter allen bekannten Umständen erhalten. Es gibt z. B. in der Mechanik eine gewisse Grösse, welche man die Bewegungsgrösse nennt . . . die gleichfalls die Eigenschaft der Erhaltung hat.» Dasselbe lässt sich bei vielen anderen nicht bewegbaren Grössen konstatieren, so bei der Elektrizitätsmenge. «Endlich gibt es noch eine Grösse, welche den Namen Arbeit oder Energie führt . . . .» deren Erhaltung ebenfalls bekannt ist. «Sie schliesst sich also gleichfalls den unvernichtbaren und unerschaff-

baren Dingen an.[1] Prüfen wir diese und die anderen dem Erhaltungsgesetze unterworfenen Grössen, so ergibt sich, dass während die anderen Begriffe nur auf einzelne Gebiete beschränkt sind, die Energie allein «sich ohne Ausnahme in allen bekannten Naturerscheinungen wiederfindet, oder mit andern Worten, alle Naturerscheinungen lassen sich in den Begriff der Energie einordnen».

Hier eine kleine Unterbrechung. Der Vordersatz enthält eine unanfechtbare Tatsache, allein die Folgerung, die Ostwald daran knüpft, ist ein logischer Sprung, wenn kein Trugschluss. Aus dem Umstande, dass in allen Naturerscheinungen Energie anzutreffen ist, folgt noch nicht, dass sich alle Naturerscheinungen in ihren Begriff einordnen lassen.[2] Dies macht auch seine daran geknüpften Ausführungen zweifelhaft. Er meint nämlich weiter:

«Dieser Begriff — Energie — eigne sich vor allem dazu, als *vollständige* Lösung des im Substanzbegriff aufgestellten, aber durch den Begriff der Materie nicht vollkommen gelösten Problems zu gelten. Die Energie ist aber nicht allein bei allen Naturerscheinungen anwesend, sie ist auch für alle bestimmend. Jeder Vorgang lässt sich dadurch exakt und erschöpfend darstellen oder beschreiben[3], dass man angibt, welche Energien zeitliche und räumliche Veränderungen erfahren.[4] Umgekehrt kam man auf die Frage, unter welchen Umständen überhaupt ein Vorgang eintritt, oder etwas geschieht eine allgemeine Antwort geben, welche auf dem Verhalten der vorhandenen Energieen beruht. Also auch die zweite Seite, die für den allgemeinen Begriff der Aussendinge erfordert wurde, findet sich bei der Energie vor. Da nun alles was wir von der Aussen-

---

[1] Was Ostwald mit Ding bezeichnet ist eigentlich der *Inhalt* schlechthin.

[2] So sagt Mach: „Demnach scheint es, dass das Energieprinzip ebenso wie jede andere Substanzauffassung nur für ein begrenztes Gebiet Gültigkeit hat.“ (Prinzipien der Wärmelehre, zweite Auflage, 1900, J. A. Barth, Leipzig, S. 245/246.)

[3] Das in diesem Satze erwähnte Ziel „beschreiben“ enthält unwillkürlich eine Einschränkung des früheren, bestimmend oder erklärend sein zu können. So schwankt Ostwald zwischen den alten Kausalitätsbegriffen und dem neuen von Kirchhoff u. a. der Naturwissenschaft vorgezeichnetem Wege, bloss eine beschreibende Wissenschaft zu sein.

[4] An einer anderen Stelle führt Ostwald aus: Die Einheit der Energie (Erg.) muss „mit Hülfe der Bewegungsenergie definiert werden . . . . Als Grundmasse dienen hierbei die Einheiten der Zeit, der Länge und der Masse“. (Vorlesungen S. 187.)

welt wissen können, in der Gestalt von Aussagen über Energieen sich darstellen lässt, so ist der Begriff als der allgemeinste anzusehen. «Er umfasst nicht nur das Problem der *Substanz*, sondern auch noch das der *Kausalität*.

Nachdem Ostwald der Energie diese Stellung angewiesen hat, schreitet er zu einer Art psychologischer Charakterisierung der Arbeit. Wir wollen diesen sehr charakteristischen Passus, an den wir schon hier einige kritische Bemerkungen anknüpfen möchten, fast wörtlich, mit Weglassung der minderwichtigen Stellen, hersetzen, um dann zu einer gedrängteren Uebersicht der weiteren Erörterungen überzugehen.

«Um eine Vorstellung von dem Inhalte des Begriffes Energie zu gewinnen, wollen wir von der Tatsache ausgehen, dass wir durch unseren Willen mittelbar fähig sind, Geschehnisse in der Aussenwelt hervorzurufen. Dies kommt zustande, in dem in Folge der Willensbetätigung sich bestimmte Muskeln verkürzen und dadurch Bewegungen unserer Glieder hervorrufen, welche ihrerseits Bewegungen in der Aussenwelt bewirken. Die Erfahrung lehrt uns alsbald, dass verschiedene Dinge sich nicht gleich leicht bewegen lassen. Einen Federhalter oder ein Buch zu heben erfordert verschiedene Anstrengung, ein Stuhl noch mehr, und das Heben eines erwachsenen Menschen liegt ungefähr an der Grenze unserer Leistungsfähigkeit. Andererseits macht es einen erheblichen Unterschied, ob wir den Stuhl nur so weit heben, als wir brauchen, um ihn fortzustellen, oder ob wir ihn die Treppe hinaufbringen. Im zweiten Falle ist die Anstrengung merklich grösser . . . . Das was wir vorläufig als Anstrengung bezeichnet haben, ist also eine stetige Mannigfaltigkeit[1] und kann als eine Grösse aufgefasst werden . . . Die gleichen Bewegungswirkungen, welche durch menschliche Tätigkeit hervorgebracht werden, lassen sich durch Maschinen aller Art bewirken, denen man keine «Anstrengung» zuschreiben darf. Es wird also zweckmässiger sein, einen allgemeinen Namen zu wählen: wir nennen sie *Arbeit.*»

Hier sei eingeschaltet, dass wir auf Grund der folgenden Ausführungen Wundts (Physiologische Psychologie, IV. Auflage, 1893, S. 420) zur Ansicht gelangt sind, dass man nicht berechtigt ist, den

[1] Eine stetige Mannigfaltigkeit ist nach Ostwald die, welche die Eigenschaft besitzt, dass sich aus allen ihren Gebieten gleiche Stücke herstellen lassen. (Siehe Vorlesungen, 3. Auflage, S. 128.)

Begriff Arbeit, namentlich insofern man ihn nicht nur als mechanische Arbeit gebraucht, dem Begriffe Anstrengung gleichzusetzen.

Wundt meint nämlich:

«Die bei einer Bewegung geleistete Arbeit wird bekanntlich durch das Produkt des gehobenen Gewichtes *p* in die Erhebungshöhe *h* gemessen. Unsere die Bewegung begleitende Empfindung wächst nun nicht etwa in ihrer Insensität einfach diesem Produkte *p.h.* proportional, sondern wir unterscheiden die beiden Faktoren desselben. Dem Gewichte *p* entspricht die *Kraftempfindung*, der Erhebungshöhe *h* die Bewegungsempfindung. Beide sind unabhängig voneinander veränderlich. Nicht nur kann bei konstant bleibenden Gewichten die Bewegungsempfindung je nach dem Umfange der Zusammenziehung wechseln, sondern wir können auch eine isolierte Veränderung der Kraftempfindung hervorbringen, wenn wir bei gleich bleibendem Kontraktionszustande die Belastung eines Körperteils wechseln lassen. Von den beiden Empfindungsarten scheint wieder die Kraftempfindung die einfachsten Verhältnisse darzubieten, insofern sie in ihrer Qualität einförmiger, dafür aber einer sehr feinen intensiven Abstufung fähig ist. Die Bewegungsempfindung dagegen dürfte stets aus einer Mehrheit qualitativ verschiedener Empfindungen bestehen . . . .»

Jedenfalls ist daraus zu ersehen, wie wenig einwandsfrei die «Vereinfachung» ist, die Ostwald vollzogen hat. Er meint weiter: «Die Arbeit ist eine übertragbare, aufbewahrbare und umwandelbare Grösse». Zwei Dinge sind auf ihren Betrag von Einfluss. «Einmal die *Strecke*, über welche die Last bewegt worden ist, sodann aber die Grösse des Widerstandes, der bei der Bewegung überwunden werden muss.» — «Diesen Widerstand nennt man eine *Kraft;* in der Anstrengung unserer Muskeln bei einer Arbeitsleistung haben wir ein annäherndes Mass für die Grösse der Kraft. Wir können also verschiedene Arbeiten mit einander vergleichen, wenn wir eine zusammengesetzte Grösse aus Weg und Kraft bilden, welche diese Eigenschaft zeigt. Die einfachste derartige Funktion ist das *Produkt* und in der Tat stellt sich heraus, dass bei allen Umwandlungen der Arbeit in andere Formen das Produkt aus Kraft und Weg gleich bleibt . . .[1] Diese Art der Arbeit ist nicht die einzige und eine gegebene Menge einer derartigen Arbeit kann sich auch nicht nur

[1] Hierzu s. S. 175: „Die Arbeit ist der allgemeinere Begriff gegenüber dem zufälligen Produkt von Kraft und Weg, das man gewählt hat und . . . auch ganz sicher der elementarere Begriff . . .“

in andere Arbeit, die durch Kraft und Weg gemessen wird, verwandeln, sondern auch noch in viele andere Formen.» Als Beispiele führt Ostwald an: Wärme, elektrische Arbeit und chemische Arbeit. «Gewöhnlich nennt man diese andern nicht mehr Arbeit sondern Energie.» Ostwald schlägt nun vor, die Energie allgemein als «Arbeit oder alles, was aus Arbeit entsteht oder sich in Arbeit umwandeln lässt» zu definieren. «Für alle verschiedenen Arten der Energie gilt . . . das gleiche Erhaltungsgesetz, das für die Arbeit ausgesprochen worden ist.» Dieses Erhaltungsgesetz formuliert Ostwald folgendermassen: *„Bei allen Umwandlungen bleibt die Gesamtmenge der vorhandenen Energien unverändert“*.

Von diesen Gesichtspunkten ausgehend, sucht nun Ostwald die «Aussenwelt» zu betrachten. Er geht zunächst davon aus, «dass eine Betätigung unserer Sinnesapparate von deren Wirkung . . . unser Begriff der Aussenwelt abhängt, stets nur dadurch erfolgt, dass an ihnen Arbeit geleistet, d. h. ihre Energie geändert wird . . .» «Was wir hören, rührt von der Arbeit her, welche die Schwingungen der Luft an dem Trommelfell und an den inneren Teilchen unseres Ohres leisten.»

Hier sei eingeschaltet: «Die Schwingungen der Luft an dem Trommelfell» können entweder naiv materialistisch — eine Auffassung, die Ostwald selbst ja ganz verwirft — oder rein subjektiv genommen werden. Die andere Deutung aber berechtigt nicht zu dem Schlusse, den Ostwald daran knüpft. Er fährt nämlich fort: «Was wir *sehen*, ist nichts als *die strahlende Energie*, welche auf der Netzhaut unseres Auges chemische Arbeiten bewirkt, die als Licht empfunden werden. Wenn wir einen festen Körper *tasten*, so empfinden wir die *mechanische* Arbeit, die bei der Zusammendrückung unserer Fingerspitzen und gegebenenfalls auch der des getasteten Körpers verbraucht wird. Riechen und Schmecken beruhen auf chemischen Arbeitsleistungen, die in den Organen der Nase und des Mundes stattfinden. Ueberall sind es Energieen oder Arbeiten, deren Betätigung uns davon Kunde gibt, wie die Aussenwelt geordnet ist, und welche Eigenschaften sie hat . . .»

Weiter erörtert Ostwald (nach einer Analogie mit der Condillac'schen Puppe) wie uns die Gesamtheit der Natur erscheinen würde, wenn wir ursprünglich nur *einen* Sinn hätten und erst später sukzessive die anderen Sinne bekommen würden und schliesst mit folgendem seine Betrachtungen über Zeit, Raum und Substanz:

«Unser Weltbild ist davon abhängig, welche Energien wir so aufzunehmen vermögen, dass ihre Arbeit als Sinnesempfindung *in unser Bewusstsein übergeführt wird.* Hätten wir einen elektrischen Sinn und einen Temperatursinn, der aus der Ferne betätigt werden würde, so würden wir am Himmel und auf der Erde eine ausserordentlich viel grössere Mannigfaltigkeit erblicken, als uns jetzt zum Bewusstsein kommt, und die elektrischen Stimmungen einer Landschaft würden in uns unter Umständen ähnliche reiche Empfindungen erwecken, wie der Anblick eines Sonnenunterganges oder einer blühenden Wiese . . .»

Aus diesen Aeusserungen ist zu ersehen, dass Ostwald eine Realität einer Aussenwelt, allerdings in einer sehr verschwommenen Form, gelten lässt. Gemäss seiner Erkenntnistheorie aber darf er keine Möglichkeiten gelten lassen, die nicht einmal verwirklicht gewesen sind. Wir wollen es aber nicht unerwähnt lassen, dass, wie aus folgender Stelle hervorgeht, Ostwald diesem Gedanken eine biologische Unterlage hat geben wollen.

Auf Seite 228, 229 meint nämlich Ostwald folgendermassen: Die elektrischen und magnetischen Energien unterscheiden sich von den meisten Energiearten dadurch, dass sie nicht mit einem besonderen Sinnesapparat unseres Körpers in Beziehung stehen. Wir verdanken daher alle unsere Kenntnisse dieser wichtigen Formen ihren Umwandlungsprodukten in andere Energiearten, wie insbesondere die mechanische und strahlende . . .» «Man kann fragen, warum diese Energien ihre physiologische Ausnahmestellung einnehmen und unseren Sinnen nicht unmittelbar zugänglich sind. Die Antwort wird wohl darin liegen, dass unter den gewöhnlichen Lebensbedingungen keine erheblichen Anhäufungen derselben vorkommen, so dass beim Energieverkehr unseres Körpers mit seiner Umgebung, keine Notwendigkeit einer Kontrolle dieser Energiearten sich eingestellt hat. Dies liegt weiter darin, dass durch das überall vorhandene Wasser die meisten Körper mehr oder weniger gute Leiter der Elektrizität werden, so dass sich Unterschiede einerseits nicht leicht in erheblichem Betrage ausbilden können, andererseits sich sehr schnell verlieren, wenn sie irgendwie entstanden sind.» —

Nach diesen allgemeinen Auseinandersetzungen geht Ostwald an den Versuch heran, «eine Weltansicht ohne die Benutzung des Begriffes der Materie ausschliesslich aus energetischem Material aufzubauen». Dieser Versuch — meint Ostwald — ist teilweise schon

oft unternommen worden, im grössten Umfange von Gibbs, der dieses Postulat praktisch ausgeführt habe, ohne es ausdrücklich aufzustellen. Was er — Ostwald — beizutragen beabsichtigt, ist, wie er sagt, bloss « *die Skizze* zu einem Plane, dessen Durchführung die Arbeit einiger Generationen sein muss ».

Durch diese und ähnliche Einschränkungen und Reservationen bricht Ostwald jeder Kritik, die etwa auf Lücken und Unzulänglichkeiten in seinem Systeme hinweisen würde, die Spitze ab. Allein abgesehen davon, dass Ostwald an mehreren Stellen seines Buches von diesen Vorbehalten abweicht und sichereren Tones von seinem Systeme spricht, als sei es wenigstens in den Hauptzügen bereits endgültig ausgedacht, bleibt noch der Beurteilung der Weg offen, darauf hinzuweisen, wie unwahrscheinlich es ist, dass die Unzulänglichkeiten dieser Skizze je aufgehoben werden, ferner, dass Ostwalds skizziertem Weltbilde andere tief eingreifende Weltanschauungen gegenüber stehen, die teilweise wirklich bereits ausgebaut sind, teilweise den Keim einer starken Entwicklungsfähigkeit in sich tragen.

Diesen Weg werden wir in unserer Kritik betreten, wenn die Darstellung zum Abschlusse gebracht wird.

Es würde uns zu unnötigen Wiederholungen veranlassen, wenn wir die Gedankengänge der weiteren Abschnitte in ihren Einzelheiten verfolgen würden. Die IX—XIII. Vorlesung handelt vom energetischen Weltbild im Allgemeinen, von der Wärme und den andern Energien, vom zweiten Hauptsatze und dem Gesetze des Geschehens; sie bringen im Wesentlichen keine anderen Gesichtspunkte, als die in den früheren Arbeiten, namentlich in den Studien zur Energetik entwickelten, die also in unserer Darstellung bereits behandelt worden sind. Wir greifen daher bloss eine Anzahl von Stellen heraus, in denen Ostwald entweder neue Einzelheiten zum Ausbau seines Systemes bringt, oder die uns wegen ihrer besonderen Nuancierung charakteristisch erscheinen, um einige Bemerkungen daran zu knüpfen. Hierauf werden wir ausführlich auf die XIII. und XIV. Vorlesung eingehen, da diese insofern einen Abschluss bedeuten, als Ostwald in den folgenden die Energetik auf biologische und ethische Fragen auszudehnen sucht, denen wir einen besonderen Abschnitt widmen werden.

« Die regelmässige und ausnahmslose Anwesenheit von *Masse und Gewicht* bei den Substanzen oder festen Körpern » führte dazu, dass diese stets gleichzeitig erscheinende Gruppe von Eigenschaften sich in einen Begriff der *Materie* verdichtet hat . . . »

«Das Zusammenkommen der verschiedenen Energien, zu dessen sogenannter Erklärung die Annahme eines besonderen Trägers, der Materie, gemacht worden ist,» ist «eine Notwendigkeit dafür, dass wir von diesen Energien überhaupt Kunde haben . . .» «Nur von den Räumen, wo sie zusammen sind, haben wir Kunde . . .»

Dieser Passus zeigt uns, dass die Lostrennung der zur *sinnfälligen* Materie verdichteten verschiedenen Energiearten von einander erst nachträglich vermittels Absonderung geschieht und im sinnesphysiologischen Sinne nicht das Primäre ist, und dass die Oberflächenenergie und die Volumenenergie zwar Bedingungen sind zur Kenntnisnahme von begrenzten Körpern, nicht aber spezifische Merkmale des sinnlich gegebenen Stoffes überhaupt sind. Materie wird ja auch in einem anderen Sinne gebraucht, den Ostwald zu übersehen scheint, in dem Sinne nämlich, dass ein sinnlicher Stoff gegeben ist. Zwischen Materie und Energie besteht also, wie es scheint, kein Unterschied der Sache nach, sondern nur in der Form des Verhaltens. So könnte die Energetik als ein biegsamerer Sensualismus betrachtet werden. Im Laufe seiner Erörterungen sagt Ostwald ferner: «Das Gegebene ist, was wir durch unsere Sinne erfahren, und diese reagieren nicht auf Kräfte, sondern auf Energien. Schon in solchem Sinne ist also unzweifelhaft die Energie das Ursprünglichere. Aber auch insofern als sie in Faktoren zerlegt werden kann, muss sie als das Ursprünglichere angesehen werden. Denn wie man die Zerlegung vornimmt, ist in grossem Umfange willkürlich.»

Auch diese Stelle zeigt deutlich genug, dass, wie wir bereits hervorgehoben haben, Ostwald einzig den Sinnesdaten tatsächliche Realität zuschreibt. Sein Streben, die Wissenschaft von «metaphysischen Hypothesen» zu emanzipieren, hat ihn zum Sensualismus geführt.

Mit dem der Energetik nahe verwandten Dynamismus und dem Kraftbegriffe überhaupt setzt sich Ostwald ausführlich auseinander und sucht den Beweis zu erbringen, dass der Energiebegriff der zweckmässigere und objektivere ist[1]:

---

[1] Einer direkt entgegengesetzten Meinung ist Reinke: „Der Begriff der Energie ordnet sich dem Begriff der Kraft unter . . .“ (Neovitalismus und Finalität. Comptes rendues du congrès internat. de Philos., Genève 1905). — Dieser Frage ist die Abhandlung von Dr. Al. Höfler „Zur gegenwärtigen Naturphilosophie“ gewidmet. Die Entscheidung derselben fällt neben die Grenzen der Naturwissenschaft und muss daher einem weiteren Zusammenhange vorbehalten werden.

«Die irrtümliche Festhaltung an dem Kraftbegriffe verdanken wir der subjektiven Form, welche ein objektives, wissenschaftliches Ergebnis in dem Kopfe seines ersten Entdeckers (Newton) angenommen hat.»

«Auch die allgemeine Schwerenenergie» ist «nicht im Newton'schen Sinne der Kraftwirkung, sondern im Sinne der Arbeitswirkung aufzufassen ...»

«Der Arbeits- und allgemeine Energiebegriff sind in der Tat viel zweckmässigere Denkmittel zur Bewältigung der Erscheinungen, als die früher gebräuchlicheren Kraftbetrachtungen»... «Mathematisch gesprochen erspart man sich dadurch eine Integration ... es ist die gleiche Vereinfachung auch für den elementaren Unterricht erzielbar, wenn man vom Arbeitsbegriff ausgeht ...»

Der zweite Hauptsatz der Energetik, der das *Geschehen* regelt, erfährt in den Vorlesungen eine eingehendere Behandlung. Wir wollen diesen Ausführungen einiges entnehmen. Es sei noch vorausgeschickt, dass, wie Ostwald ausdrücklich hervorhebt, beide, sowohl der erste als auch der zweite Hauptsatz der Energetik *Erfahrungssätze* sind.

«Im Sinne des zweiten Hauptsatzes gibt es kein allgemeines Erhaltungsgesetz; zwar für die rein mechanischen Energien würde ein derartiges Gesetz ausgesprochen werden können ... Wärmeenergie verhält sich aber anders» ... «Unsere ganze Welt besteht aus zusammengesetzten Gleichgewichten solcher Gebilde in welchen es Unterschiede der Intensität der vorhandenen Energien gibt.» «Damit ein solches Gleichgewicht möglich ist, müssen die in Betracht kommenden Energien so miteinander verknüpft sein, dass die eine nicht ohne die andere geändert werden kann. Es muss, mit andern Worten, eine gegenseitige *Kuppelung* (der beiden) zweier Energien stattfinden. Dritte und vierte Energien, die zwar vorhanden sind, aber bei den Aenderungen ihrerseits keine Aenderungen der andern bedingen, haben auch keinen Einfluss auf das Gleichgewicht» (ebenda S. 263).

«Derartige Verknüpfungen sind nur möglich, wenn mehrere Energien räumlich und zeitlich an einander gebunden sind, sodass die eine keine Aenderung erleiden kann, ohne dass die anderen mitbeteiligt sind. Wir werden hierdurch wieder auf die Tatsache solcher Verknüpfungen zurückgeführt, die wir als Anlass für die

Bildung der Begriffe *Körper* und *Materie* bereits kennen gelernt haben.» Es sollen «auch andere Fälle denkbar» sein, in denen «die Energien unabhängig von einander bestehen . . .»; wenn aber «keine Verbindungen bestehen, durch welche solche zusammengesetzte Gleichgewichte zu Stande kommen», so unterliegen «die nicht gebundenen Energien, wegen der Intensitätsfülle an ihren Grenzen einer unaufhörlichen Zerstreuung . . . die nicht eher aufhören kann, als bis sich die fragliche Energie gleichförmig im gesamten Raume verteilt hat». «Es findet hierdurch im bestimmten Sinne eine Auslese[1] statt und nur solche Energien können sich als räumlich gesonderte Erscheinungen erhalten, welche durch Verknüpfung mit anderen ein zusammengesetztes Gleichgewicht ergeben, indem die Intensitätssprünge der andern Form kompensiert werden». «Damit etwas geschieht, müssen nicht kompensierte Intensitätsunterschiede vorhanden sein.»

«Die Welt ist mit Gebilden erfüllt, die vom Standpunkte des Gleichgewichtes keine Existenzberechtigung haben und daher ihre Existenz nur auf Zeit geniessen.» Es sind zwei Fälle des Ablaufes eines vorhandenen Intensitätsunterschiedes möglich und zwar:

1. Der *„normale“*, welcher durch den Abfall des Wassers aus einem Flusse oder Bache ins Meer veranschaulicht werden kann. 2. Der ihm «entgegengesetzte», wo der Vorgang zunächst gering ist, und sich dann mehr und mehr verstärkt, bis er «den höchsten Wert erreicht», wo aber wieder der gewöhnliche Verlauf, d. h. eine zunehmende Beruhigung eintritt. Ein Beispiel dafür ist eine Lawine oder eine Feuersbrunst (ebenda S. 269). «Ein besonderer Fall dieser zweiten Gruppe von Vorgängen tritt ein, wenn sich der *mittlere Anteil* besonders lang entwickelt.» Einen solchen Zustand, der in einer Lampenflamme ein Beispiel hat, kann als ein *stationärer* bezeichnet werden, der sich von dem *stabilen* dadurch unterscheidet, dass wir bei diesem gar keinen Energiewechsel konstatieren. Derartige stationäre Zustände beruhen auf Selbstregulierung (S. 271).

«Ein weiterer besonderer Fall entwickelt sich aus dem stationären Vorgange, wenn die *Selbstregulierung zeitliche Verschiebungen ihrer Anteile* erfährt.»

«Die Flamme einer Kerze kann dafür als Beispiel gelten. Der Vorgang läuft nicht mit konstanter Geschwindigkeit ab, sondern es

---

[1] Von mir durch Sperrdruck hervorgehoben.

besteht «ein regelmässiges Schwanken um die mittlere Geschwindigkeit, man hat keine gleichförmige, sondern eine periodisch wechselnde Geschwindigkeit.»

«Diese Entstehung von periodischen Vorgängen» ist aber «grundverschieden von periodischen Vorgängen, die unter Mitwirkung der Bewegungsenergie zu Stande kommen, wie etwa die Schwingungen eines Pendels». «Wenn ein Pendel schwingt, so bedarf es keiner dauernden Energiezufuhr.» «Schwingungen solcher Art entstehen fast nur, wenn Bewegungsenergie eine der auftretenden Formen ist (noch ein weiterer Fall bieten die elektromagnetischen Erscheinungen), und rühren daher, dass diese vermöge des Geschwindigkeitsfaktors die *Zeit* enthält (ebenda S. 185).»

Wir haben diese Betrachtungen so ausführlich wiedergegeben, weil Ostwald in ihnen ein «Schema für die meisten natürlichen Vorgänge» sieht.

Hiermit sind die Hauptsätze der Energetik in der Interpretation Ostwalds zur Darstellung gebracht worden. Es bleibt uns noch übrig, den Inhalt der XIII. und XIV. Vorlesung zu untersuchen, mit welchen — abgesehen von einigen biologischen Fragen, mit denen wir uns an einer anderen Stelle beschäftigen werden — Ostwald seine Energetik, soweit sie die Naturwissenschaft betrifft, zum Abschlusse, oder sagen wir mit Ostwald, zu einem vorläufigen Abschlusse gebracht hat.

Die erste dieser Schlussvorlesungen beschäftigt sich mit dem Begriffe der Substanz, oder wie Ostwald will, der Substanzen, also mit demselben Begriff, mit dem er sein System eingeleitet hat. Ostwald hat wohl die Empfindung gehabt, denselben noch nicht erschöpfend genug behandelt zu haben, weshalb er zu ihm zurückkehrt.

Wollen wir nun sehen, ob und welche neuen Gesichtspunkte er dabei gewinnt:

«Der Begriff der Substanz» war in der Philosophie von jeher die «Benennung dessen, was bei eintretenden Aenderungen bestehen bleibt». Nun ist er zwar «ein wertvolles Mittel zur Darstellung der tatsächlichen Verhältnisse . . . leider aber ist aus dem Mittel ein Zweck gemacht worden, denn die mit den Eigenschaften des Bestehens ausgestatteten Anteile der Erscheinungen sind als das eigentlich Wirkliche, dem Wechselnden gegenüber als ein Wertvolleres und Wichtigeres angesehen worden». Ostwald hebt nun hervor, dass «die Ausbildung des Substanzbegriffes nur als eine besonders ener-

gische Betätigung der allgemeinen Begriffsbildung anzusehen ist». In derselben Weise meint Ostwald, ist man auch zur Annahme einer «Seelensubstanz» gelangt, ebenso zur Substanzialisierung der Wärme, doch sei endlich «die Veränderlichkeit dieser Substanzen erkannt worden». «Indessen hat die Forschung eine Reihe von Grössen erkannt, welche sich bei allen bekannten Umänderungen unverändert der *Menge* nach erhalten, denen also der Name Substanz in diesem Sinne zukommt.»

Das am Ende des 18. Jahrhunderts aufgestellte Gesetz von der Erhaltung der Masse hat die sprachliche Neigung bewirkt unter Substanz nur die mit Masse behafteten Dinge zu verstehen. «Da wir für diese Dinge indessen bereits das in dieser Beziehung unzweideutige Wort Materie benutzen, erscheint die in der älteren Philosophie und Naturwissenschaft stets allgemeinere Auffassung der Substanzen als der quantitativ unveränderlichen Dinge unabhängig von ihren sonstigen Eigenschaften, und als die angemessenere.»

Diese ziemlich unklare Stelle ist dahin zu interpretieren, dass Ostwald hier bestrebt ist, anstatt des Wortes Masse, das Wor Materie in Umlauf zu setzen, vielleicht aus dem Grunde, dass dann dieses nicht mehr in dem viel komplizierteren Sinne gebraucht werde, nämlich als Hilfsbegriff zur Bezeichnung von «Energiekomplexen». Ausser der Masse sind in solchem Sinne noch andere Substanzen vorhanden. «Vor allen Dingen ist es die Energie selbst, welche ein Erhaltungsgesetz erkennen lässt.» Ferner soll es noch mehrere andere geben, ein Gesetz von der Erhaltung der Elektrizitätsmenge, ein Gesetz von der Erhaltung der chemischen Elemente, eines von der Erhaltung des Schwerpunktes und noch einige weitere Erhaltungsgesetze.

Nach dieser Aufzählung will Ostwald versuchen, ob sich diese verschiedenen Gesetze einer einigenden Betrachtung unterziehen lassen. Vorerst lässt er die nach ihm «allgemeinsten naturwissenschaftlichen Begriffe», Zeit, Raum und Energie, Revue passieren. Die Zeit ergebe sich begrifflich aus der Erscheinung der Veränderlichkeit. Bei ihr kann daher von Erhaltung, also Unveränderlichkeit unmittelbar nicht die Rede sein. Ein Erhaltungsgesetz der Unveränderlichkeit der Vergangenheit zu sehen, erscheint Ostwald selbst als gewagt und da es von ihm insofern für möglich gehalten wird, als «alles was gewesen ist, der Möglichkeit irgend welchen Wechsels bleibend entzogen ist», so könnte auch diese Möglichkeit in Abrede gestellt werden, da mit jedem verflossenen Momente die Quantität der Ver-

gangenheit stets vergrösscrt wird und dieselbe folglich nicht unter dem Gesichtspunkte der Erhaltung betrachtet werden könne.

Dagegen soll uns das Gesetz von der Erhaltung des Raumes so geläufig sein, dass wir es uns nicht besonders zum Bewusstsein bringen, da es eben unaufhörlich in unserem Bewusstsein vorhanden ist (ebendaselbst S. 279). Dieser Satz hat nach Ostwalds Meinung eine bestimmte Bedeutung nur unter der früher entwickelten Voraussetzung, dass die festen Körper bei der Veränderung ihrer räumlichen Stellung ihre Grösse und Form behalten. Jetzt treten wir vor den wichtigsten Punkt der ganzen Ostwald'schen Energetik. Schon früher hatte er mehrmals das Wort Energie im Singular wie im Plural gebraucht. Dieser Zentralbegriff hat aber nicht immer den gleichen Inhalt bekommen und in der angezeigten verschiedenen Art seines Gebrauches liegt schon eine besondere Schwierigkeit. Deshalb wollen wir hier Unterschiede der Formulierung der Energie festhalten. Auf S. 62 lesen wir: «Die Leistung des Muskels stellt sich, physikalisch gesprochen, als eine mechanische Arbeit dar. Diese wird uns aber später als der bekannteste und dem Bewusstsein am nächsten liegende Typus eines überaus wichtigen allgemeinen Begriffes der Energie entgegentreten». Diese aus dem erkenntnistheoretischen Teile des Buches herausgegriffene Stelle ist abgesehen von ihrer Wichtigkeit bezüglich der gesamten Grundlegung der Energetik für uns in dem Sinne bedeutsam, dass sie uns klar vor Augen stellt, dass nach Ostwald die mechanische Arbeit nur ein Typus des Begriffes Energie sei. Eine andere Stelle, abgesehen von jenen, wo von Energiearten und Energien gesprochen wird (S. 350), von der Energie als «alle Dinge umfassenden Rahmen», die, welche wir bereits erwähnt haben, wo die Energie als die «allgemeinste Substanz» und zugleich die «allgemeinste Akzidenz» bezeichnet wird, ist charakteristisch. Dem folgt die ganz unzweideutige Stelle, wo Arbeit oder Energie zu den unvernichtbaren und unerschaffbaren Dingen mitgezählt wird, welcher eine analoge Definition auf Seite 158 nebengehalten werden kann, «Energie ist Arbeit, oder alles, was aus Arbeit enstehen oder sich in Arbeit umwandeln lässt». Hier sagt auch Ostwald, dass man gewöhnlich «die anderen Formen der Arbeit, Wärme, elektrische Arbeit, chemische Arbeit» nicht mehr Arbeit,

[1] Auf Seite 284 sagt Ostwald: Das Gesetz von der Erhaltung des Volums ist nichts anderes als das bereits erwähnte Gesetz von der Erhaltung des Raumes.

sondern Energie genannt habe, weshalb wir dann verstehen können, wie Ostwald im weiteren Verlaufe seiner Darstellung der Energetik auch von Wärmeenergie, elektrischer Energie, chemischer Energie u. s. w. spricht. Die naturwissenschaftliche Bestimmung dieses Begriffes ist durch diese Aeusserungen Ostwalds wohl klar vor uns hervorgetreten. Die «Eigenartigkeit jeder Energieform» (S. 232) ist uns im Laufe der Darstellung ebenfalls klar geworden. Nun lässt Ostwald neben dem Gesetze von der Erhaltung des Raumes, das von der Erhaltung der Energie erscheinen (ebendaselbst S. 280). «Bei der umfassenden Bedeutung, welche die Energie für die gesamte Auffassung der natürlichen Erscheinungen hat», sagt dann Ostwald, «dürfte man sie gemäss dem Gesetz von ihrer Erhaltung wohl als die Substanz im eigentlichsten Sinne bezeichnen. Sie ist ebenso allgemein und unzugänglich, wie der Raum aber unvergleichlich viel mannigfaltiger.[1] Während die ganze Wandelbarkeit des Raumes nur in der Art liegt, wie er erfüllt ist, wobei alle seine allgemeinen Eigenschaften und daher auch seine Messbarkeit unverändert bleiben, tritt die Energie in den mannigfaltigsten Gestalten auf, von denen jede ihr eigenes, meist nicht einfaches Mass hat und die nur durch das Umwandlungsgesetz miteinander zusammenhängen».

Für die «übrigen Dinge» (Masse, Elektrizitätsmengen, chemische Elemente u. s. w.), für welche vorher Erhaltungsgesetze erwähnt worden sind, wählt Ostwald den allgemeinen Namen «Kapazitäten» und insofern sie «sämtlich Faktoren verschiedener Energiearten sind», die mit den Intensitäten multipliziert die Energien ergeben — Kapazitätsfaktoren (ebendaselbst S. 281). Diese Kapazitätsgrössen unterliegen einem Erhaltungsgesetz. «In einem abgeschlossenen Gebilde können beliebige Aenderungen, d. h. gegenseitige Energieumwandlungen stattfinden, ohne dass die Kapazitäten der vorhandenen Energien eine Aenderung erleiden. Dies ist dadurch möglich, dass die eintretenden Aenderungen der Energiemenge durch Aenderungen in den Intensitätsfaktoren allein zu Stande kommen. Soll aber eine Kapazitätsgrösse geändert werden, so ist dies nun durch Zu- oder Abführung der Energie möglich.»

Nun ist es leicht zu denken, weshalb «eine Naturphilosophie, welche dem Erhaltungsgesetz der Masse eine besondere Stelle einräumt, wie die heutige Auffassung von der Materie, nicht als zweck-

[1] Von mir durch Sperrdruck hervorgehoben.

mässig oder angemessen angesehen werden kann,» die «Rolle eines alleinstehenden Gesetzes von unvergleichlicher Wichtigkeit kann diesem Gesetze nicht zugesprochen werden, denn er tritt in eine Reihe mit den andern Gesetzen von der Erhaltung der Kapazitätsgrössen (ebendaselbst S. 282).

Während die Intensitätsgrössen der verschiedenen Energien sich als bestimmend für das Geschehen erwiesen hatten, hatten Kapazitätsgrössen wesentlichen Anteil an der Bildung der Zusammenhänge, welche wir als Materie bezeichnen; weil vermöge der Gesetze von Gay-Lussac, Faraday noch einige andere «immer bestimmte Mengen» verschiedener Energien «am gleichen Orte aneinander gebunden» erscheinen «und dieses Zusammensein verschiedener Energien habe man eben als Materie bezeichnet (ebendaselbst S. 288)». Auch bringen die Kapazitätsgrössen, vermöge ihrer «Eigenschaft konstant zu bleiben», insofern «die substantielle Seite der Erscheinungen zum Ausdruck».

Am Schlusse dieser sehr vielhaltigen Vorlesung geht Ostwald auf das ein, was ihm vorgeworfen werden konnte. So entkräftet er manchen oberflächlichen Widerspruch. Ob er auf die sich selber aufgeworfene Frage auch wirklich entscheidende Antworten gegeben hat, bleibe vorläufig dahingestellt.

«Worauf beruhen in letzter Linie die Verschiedenheiten der Energien», fragt Ostwald und antwortet, «dass die Energien und ihre Faktoren von Fall zu Fall verschiedene Mannigfaltigkeitscharakter zeigen». Es «lassen sich nicht zwei anderweit verschiedene Energiearten ausfindig machen, die in diesem Sinne gleichen Charakter hätten, und daher werden wir in diesen Unterschieden die Grundlage der Verschiedenheiten der Energiearten suchen». Dass die «Energien» selbst «im wesentlichen Grössencharakter» haben «ihre Addirbarkeit beschränkt und gewissen Bedingungen unterworfen» ist, hat Ostwald schon hervorgehoben (ebendaselbst S. 283). Nun, meint Ostwald, sollen wir zur Aufdeckung neuer Energien eine «systematische Tabelle sowohl für die Intensitäts- wie die Kapazitätsgrössen»[1] aufstellen. «Dann können wir jedes Glied der einen Tabelle mit jedem Gliede der anderen Tabelle zusammenstellen, und die sich hieraus ergebenden gemeinsamen Charaktere werden die der entsprechenden Energie sein. Auf solche Weise bekommen wir eine Tabelle, welche notwendig alle möglichen Energien enthalten müsse.» Und wie Mendelejew nach den vorhandenen Lücken

[1] Von mir durch Sperrdruck hervorgehoben.

seiner Tabelle auf die Existenz noch unbekannter Elemente hingewiesen wurde, so werden wir viel mehr mögliche Arten theoretisch abgeleitet haben, als wir wirklich kennen» (ebd. S. 292). «Und die Zahl der möglichen Energieen» soll «die der bekannten nicht unerheblich übersteigen.»

Ueber das Kausalgesetz stellt Ostwald folgende Betrachtungen an:

Da die Hume'sche Deutung der unter dem Namen des Kausalgesetzes zusammengefassten Aussprüchen, dass «jedes Ding seine Ursache haben müsse» und dass «nichts ohne zureichenden Grund geschehe» nur die zeitliche Folgeverknüpfung zweier (und mehrerer) Ereignisse als Inhalt dieser Beziehung angesehen hat, so müsse zugestanden werden, dass noch ein «weiterer Zusammenhang zwischen beiden Dingen» im Kausalgesetz ausgesprochen werde, der über den Zeitlichen hinausgeht. «Dass die Wirkung ausbleibe, wenn die Ursache nicht vorausginge», gehört zum Inhalte des Kausalgesetzes, und da es eine «sachliche Beziehung» zwischen zwei Dingen ist, die über die Zeit (und den hier nicht in Frage kommenden Raum) hinausgeht, so haben wir dieselbe, der früheren Behauptung gemäss, nur in energetischen Verhältnissen zu suchen, und hier werden wir in der Tat finden, was wir brauchen.

Dass hier Ostwald auch das Kausalgesetz in sein System gleichsam hineinzwängt, ist klar. Schon Mayer habe gezeigt, die «Ursache sei der Wirkung quantitativ gleich», damit wäre die Energie selbst als die Ursache ausgesprochen. Und so soll nach Ostwald das Kausalgesetz in «bestimmterer Gestalt folgendermassen lauten: Es geschieht nichts ohne äquivalente Umwandlung einer oder mehrerer Energieen in andere.» Insofern dieses Gesetz noch unvollständig bleibt, als es «nichts aussagt, wann etwas geschieht und in welcher Weise es geschieht», wird es durch den zweiten Hauptsatz ergänzt, indem dieser angibt, dass «bei nicht kompensierten Intensitätsunterschieden, die Energie von der höheren Intensität zur niedrigeren übergeht». «In den beiden Hauptsätzen haben wir», nach Ostwalds Ansicht, «den Inhalt des sog. Kausalgesetzes zunächst für alles physische Geschehen». Diesem kategorischen Satze folgt sogleich eine Einschränkung. Im zweiten Hauptsatze erleidet dieses Gesetz in betreff der Wärme eine Ausnahme, denn Temperaturunterschiede gleichen sich aus, ohne dass andere Intensitätsunterschiede die Folge sind; in diesem Sinne versagt der Kausalsatz. «Ursache und Wirkung

bleiben sich in diesem Sinne nicht gleich.» Doch soll das Kausalgesetz in diesem Falle «nur einen anderen Inhalt annehmen, indem hier als Wirkung der Ursache eine Aenderung des Gebildes stattfindet, die man wissenschaftlich als eine Zunahme der Entropie bezeichnet. Durch die beiden Hauptsätze wird nicht alles Geschehen vollständig beschrieben. Ostwald weist hier, wie er es auch in den «Studien zur Energetik» getan hatte, darauf hin, dass «das Zeitmass des Ablaufes eines Geschehens noch frei» bleibt.

Daran knüpft Ostwald die Unterscheidung zwischen Ursachen und Bedingungen. Diese unterscheiden sich von den ersteren «dadurch, dass sie zu den Wirkungen nicht in dem einfachen Gleichheitsverhältnisse stehen». Oft sind (S. 298) beide proportional, aber selbst diese allgemeinere Beziehung findet keineswegs überall statt . . .» «Die Definition der Bedingungen in diesem Sinne liegt also in der zeitlichen Regelung eines energetischen Verlaufs.» Es gibt auch entsprechende räumliche Bedingungen (S. 299).

Eine dritte Gruppe von Ursachen im weiteren Sinne sind solche Vorgänge, durch welche «ein Vorrat von freier Energie zur Umwandlung gebracht wird, der vorher hieran verhindert war . . .» «Man nennt solche Erscheinungen Auslösungen, und der Vorgang, durch welchen die Energie für ihre Umwandlung aufgelöst wird, den Anlass (S. 299 ebd.).» («Die Definition der Auslösung liegt in der Aufhebung der Kompensation der Intensitäten an einer Stelle,» S. 301.) Das «allgemeine Kausalgesetz» ist folgendermassen auszusprechen: «Es liegt in der Erfahrung, dass zwischen den Ursachen (im engeren Sinne), den Bedingungen und Anlässen der Gebilde einerseits und dem Ablauf der Erscheinungen an ihnen andererseits ein eindeutiger funktioneller Zusammenhang besteht, sodass bei Herstellung derselben Voraussetzungen auch derselbe Ablauf eintritt» (S. 302). Und nun wieder eine Einschränkung: Ostwald fügt hinzu: Hierbei ist wieder zu betonen, dass ein im strengen Sinne gleicher Ablauf in zwei Fällen nicht vorkommt, vielmehr werden beide immer in gewissen Punkten verschieden sein.»[1]

Die Behauptung, das Kausalgesetz sei ein denknotwendiges Postulat, weist Ostwald entschieden zurück und zwar mit folgendem Argumente: «Eine von mir wenigstens zu einem grossen Teile unabhängige Welt hat keinen Anlass, besondere Eigenschaften anzu-

[1] Von mir durch Sperrdruck hervorgehoben.

nehmen oder zu entwickeln, deren Zweck nur ist, sich mir begreiflich zu machen.»

Das Kausalgesetz wird von uns selber bei der Begriffsbildung hergestellt. «Unter einem Begriff fassen wir das zusammen, was übereinstimmende Eigenschaften hat, und das Ergebnis der Zusammenfassung nimmt dann, je nach dem Falle, die Gestalt eines Namens oder eines Naturgesetzes an. Das Kausalgesetz ist nur «die andere Seite der Begriffsbildung» (S. 303), ebenso wie Raum und Zeit, die beiden anderen Anschauungsformen des menschlichen Geistes keine a priori gegebene, sondern «als durch eine lange Entwicklung erworbene und durch Vererbung gefestigte Denkmethode» anzusehen (S. 303). Es könnte aber einem «kühnen und selbstständigen Geiste vielleicht gelingen», «sich von den bisher üblichen Denkformen, Zeit, Raum usw. unabhängig zu machen, und andere zu finden, welche dasselbe oder auch mehr leisten..» Ein solcher könnte aber «nur zu leicht die Möglichkeit der Verständigung mit seinen zurückgebliebenen Genossen verlieren und die «Nervenheilanstalt» wäre von da ab sein Los auf Erden».

Zeigt schon der letzte Passus, wie Ostwald unwillkürlich dazu gebracht wird, nur dem Wahnsinn einen freien Spielraum ausserhalb der Denkgesetze zuzugestehen, so werden wir durch seine letzten Ausführungen noch mehr überrascht — im Hinblick auf die erkenntnistheoretische Einleitung, die er seiner Energetik vorausgeschickt hatte. Der grösste Teil unserer Erlebnisse, über die wir nach Willkür schalten und walten können, sollen gar nicht so sehr massgebend sein, umsomehr aber derjenige Teil, welcher nicht unserem Willen untergeordnet sein soll. Da steckt doch, zwar tief verborgen, die jedem Naturforscher eigene Empfindung, dass wir von der sog. Natur, wie man sie auch denkt, ganz und gar abhängig sind und das ganze Denken nur ein verwegener Versuch sei, immer wieder die «gegebenen» Daten auf solche oder andere Weise zu verknüpfen oder zu sondern, als ob diese Verknüpfung oder Sonderung nicht wiederum etwas Tatsächliches in die Erlebnisse bringe oder etwas Tatsächlichem entspreche.

So können wir denn sagen, erst wenn das Wagnis der Abschaffung vorhandener Denkformen von Jemandem unternommen und auch vollführt wird, wird die Erfahrung ihre Beschaffenheit als Sammelort von verschiedenen Möglichkeiten dieser oder jener

Denkweise rechtfertigen können. Bis jetzt aber hat sie, wie es ja Ostwald selbst zugibt, die Denkformen nicht umgestürzt.

Von dieser Seite muss man an die Beurteilung der Energetik, sowie des ganzen modernen Sensualismus herantreten.

Wollen wir nun einen zusammenfassenden Rückblick auf die Energetik Ostwalds werfen.

Ostwald ist von einer Erweiterung des Begriffes Energie in der Naturwissenschaft ausgegangen. Die mechanische Weltanschauung konnte, trotz ihres Strebens nach formaler Einheitlichkeit, dieses Begriffes nicht entbehren. Da es sich ihr aber um einen Notbehelf handelte, wies sie diesem Begriffe selbst dann keine Substanzialität zu, als ihr Erhaltungsgesetz, analog dem Erhaltungsgesetze der Materie, von J. R. Mayer festgestellt wurde. Ostwald zog aus den Erwägungen, dass einzig das Erhaltungsgesetz, nicht aber die sinnfällige Wahrnehmung es ist, die der Materie Substanzialität zukommen lässt, den Schluss, dass man auch der Energie Realität zuschreiben müsse. Durch die kritischen Bedenken gegen die mechanistische Weltanschauung, reift in ihm allmählich die Ueberzeugung heran, dass alles was wir von der Welt erfahren, nur Einwirkungen der Energiearten auf unsere Sinne sind, der Materie aber nichts Reales in der Wirklichkeit entspreche. So stellte er die Forderung auf, den Begriff Materie zu eliminieren und an dessen Stelle die Energie zu setzen. Hiemit sah er sich vor zwei Aufgaben gestellt, eine exakt-naturwissenschaftliche und eine erkenntnistheoretisch-philosophische. Im Anschluss an Kirchhoff u. a. die das Postulat aufgestellt haben, dass die Naturwissenschaft lediglich eine beschreibende, aber keine erklärende zu sein hat, sucht Ostwald sich von Hypothesen möglichst frei zu halten und begnügte sich damit, die verschiedenen Formen, in denen die Energie auftritt, zur Darstellung zu bringen. So gelangte er zur Aufstellung einer Tabellierung der verschiedenen Energiearten: Kinetische Energie, Energie der Lage, Formenenergie, Oberflächenenergie, Wärmeenergie, elektrische und magnetische Energie, in weiterer Folge auch Nervenenergie, Bewusstseinenergie [1] und spezifische Sinnesenergie. Sämt-

---

[1] Siehe Reinke. Neovitalismus und Finalität (Comptes rendues du Congrès international de Philosophie. Genève 1905): „Es ist ein grundloser Dogmatismus, der lediglich aus monistischen Tendenzen bezw. Vorurteilen entspringt,

liche Energiearten werden durch das Erhaltungsgesetz zusammengehalten; der Allgemeinbegriff Energie hat also im naturwissenschaftlichen Sinne seine Berechtigung. Ostwald war sich übrigens auch bewusst, dass er nicht alle möglichen und wirklichen Energiearten erschöpft hat, doch konnte sich der Naturforscher damit beruhigen, dass dies eine Aufgabe von Generationen sei, zu deren Lösung ein Vorrat von Zeit und Energie gehört, der bis jetzt nicht zusammengebracht wurde.[1]

Viel schwieriger gestaltete sich die erkenntnistheoretische Aufgabe. Hier sah sich Ostwald vor die Alternative gestellt, entweder wenigstens *eine* Hypothese zuzulassen, was dem Naturforscher, der einer solchen zu entbehren glaubte — Ostwald kann nicht oft genug hervorheben, dass der Hauptvorzug der Energie darin besteht, hypothesenfrei zu sein — zuwiderlief oder auf den Wunsch zu verzichten, eine Naturphilosophie, eine theoretische wie eine praktische, zu schaffen. Stöhr kennzeichnet dieses Dilemma treffend, indem er sagt:[2] « Energieformen = 1, oder Minimum der Hypothesen = 0. Das Minimum von Hypothesen = 0 muss durch ein Maximum von Energieformen = 1 erkauft werden; das Minimum von Energieformen = 1 durch wenigstens *eine* Hypothese. »

Mit dem hier angedeuteten Probleme wollen wir uns an einer anderen Stelle beschäftigen.

---

wenn man auch das Bewusstsein energetisch erklären oder gar als eine besondere Energieform hinstellen will." Ostwalds spekulativem Geiste scheinen diese Tendenzen stark anzuhaften.

[1] Vorlesungen über Naturphilosophie, 1902, S. 292.

[2] Philosophie der unbelebten Materie (von Dr. A. Stöhr). Leipzig 1907, S. 18.

Literatur.

1885 „Lehrbuch der allgemeinen Chemie". 1. Bd. Leipzig, Engelmann.

1887 Dasselbe. 2. Band. Ebd.

1888 Begründung (zusammen mit van't Hoff) der Zeitschrift für physikalische Chemie. Leipzig. Engelmann.

„ „Die Energie und ihre Wandlungen" *. Antrittsvorlesung. Leipzig, Engelmann (vergriffen).

1889 Beginn der Ausgabe (bis 1893 von Ostwald fortgeführt) der „Klassiker der exakten Wissenschaften". Leipzig. Engelmann.

„ „Grundriss der allgemeinen Chemie". Leipzig. Engelmann. 2. Auflage 1890, 3. Auflage 1899 ebd.

1891 „Studien zur Energetik". 1. Das absolute Masssystem. Berichte über die Verhandlungen der königlich sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. Hirzel. (Wieder abgedruckt Zeitschrift für phys. Chemie 1892, 9.)

„ „Lehrbuch der allgemeinen Chemie". 1. Bd. 2. umgearbeitete Auflage. Leipzig. Engelmann.

1892 „Studien zur Energetik" II. Grundlinien der allgemeinen Energetik (Leipziger Berichte). Wiederabdruck in der Zeitschrift für phys. Chemie 1892, 10.

„ W. Gibbs. On the equilibrium of heterogeneous substances. Trans. Connecticut Academy 1876—1878. Deutsch von W. Ostwald unter dem Titel „Thermodynamische Studien von W. Gibbs". Leipzig. Engelmann.

„ S. Carnot. Reflexion sur la puissance motrice du feu . . . Deutsch von W. Ostwald. Leipzig. Engelmann.

1893 „Lehrbuch der allgemeinen Chemie". 2. umgearbeitete Auflage II. Bd. 1. Teil: Chemische Energie. Leipzig. Engelmann.

„ „Hand- und Hilfsbuch zur Ausführung physikochemischer Messungen". Leipzig, Engelmann.

„ „Ueber chemische Energie" *. Vortrag.

1894 „Ueber das Prinzip des ausgezeichneten Falles". Leipziger Berichte.

„ „Chemische Theorie der Willensfreiheit" ebd. Bd. 46.

„ „Die wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie". Leipzig. Engelmann. 2. Aufl. 1897, 3. Aufl. 1901 ebd.

„ Die Anzeige Stallo's „Begriffe und Theorien der modernen Physik" (englische Ausgabe von 1885) in der Z. f. phys. Chemie 18, 689.

1895 „Die Ueberwindung des wissenschaftlichen Materialismus". * Vortrag. Wiederabdruck in d. Z. f. physik. Chemie 1895, 18.

Die mit einem * bezeichneten Schriften sind zugleich oder ausschliesslich in den Abhandlungen und Vorträgen von 1904 erschienen.

1896 „Elektrochemie, ihre Geschichte und Lehre." Leipzig. Veit & Comp.

1898 „Das physikalisch-chemische Institut der Universität Leipzig nnd die Feier seiner Eröffnung." Leipzig. Engelmann.

„ „Festschrift, enthält u. a. „Das Problem der Zeit". Rede, gehalten bei der Eröffnung."

1900 „Grundlinien der anorganischen Chemie." Leipzig. Engelmann. 2. Aufl. 1904 ebd.

1902 „Ueber Katalyse." Vortrag. Leipzig. Hirzel.

„ „Gedenkrede auf Bunsen".* Halle, Knapp.

„ Gründung der „Annalen der Naturphilosophie". Leipzig. Veit & Comp. („Zur Einführung". Okt. 1901 und sämtliche Rezensionen).

„ „Betrachtungen zu Kant's Metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft." I. (Hievon nur die Vorrede) — Annalen Bd. 1.

„ „*Vorlesungen über Naturphilosophie*, gehalten im Sommer 1901 an der Universität Leipzig."

1. Auflage bei Veit & Comp. Leipzig, 2. Aufl. in demselben Jahre ebd., 3. *vermehrte* Auflage 1905 ebd.

„ „Ueber die Einführung des Begriffs der Arbeit beim Unterricht in der Mechanik." Zeitschr. f. math. u. naturwissensch. Unterricht. 33. Jahrg. 1. u. 2. Heft.

1903 „Wissenschaftliche Massenarbeit" (Annalen, Bd. 2).

„ „Die philosophische Bedeutung der Energetik"* (zuerst in englischer Sprache in „The International Quarterly" erschienen).

„ „Biologie und Chemie."* (Annalen, Bd. 3.)

1904 „Malerbriefe." Beiträge zur Theorie und Praxis der Malerei. Leipzig. Hirzel.

„ „Elemente und Verbindungen." Veit & Comp., Leipzig (Annalen, Bd. 3).

„ „*Abhandlungen und Vorträge" 1887—1903*. Veit & Comp. Leipzig. (Darin die mit * bezeichneten Vorträge enthalten.)

„ „Zur Theorie der Wissenschaft." Annalen, Bd. 4.

1905 „Kunst und Wissenschaft." Vortrag, gehalten zu Wien am 27. November 1904. Leipzig, Veit & Comp.

„ „Theorie des Glückes." Annalen, Bd. 4.

1906 „Persönlichkeit und Unsterblichkeit." Annalen, Bd. 6, Heft 1.

„Boltzmann." Nekrolog. Neue freie Presse, Wien. (Im Herbste.)

1907 „Naturphilosophie." Kultur der Gegenwart. Teil I. Abth. IV. Teubner. Leipzig und Berlin.

Zur modernen Energetik. Rivista di scienza, Bologna.

Einen ausführlicheren Literaturnachweis (bis und mit 1903), in welchem auch die rein wissenschaftlichen Abhandlungen, Vorträge u. s. w. Aufnahme gefunden haben, bringt der Jubelband (Bd. 46) der Zeitschrift für physikalische Chemie (1903, Leipzig, Engelmann) von Professor Paul Walden zusammengestellt. Siehe auch dessen Monographie: „W. Ostwald." Leipzig, Engelmann, 1904.

Anhang.

Kurzer Lebensbericht über den Urheber der Energetik.

Friedrich Wilhelm Ostwald wurde zu Riga (Kurland) am 2. September 1853 geboren. Nachdem er seinen Elementarunterricht in der dortigen Kronsknabenschule erhalten hatte, trat er im Jahre 1864 in das städtische Realgymnasium ein, wo er bis zum Jahre 1872 blieb. Schon hier zeigten sich die ersten Ansätze seiner vielseitigen wissenschaftlichen und künstlerischen Neigungen, zu den Naturwissenschaften, zur Malerei und zur Musik. Nach der Absolvierung des Gymnasiums bezog er die Universität Dorpat zum Studium der Chemie. Im Jahre 1875 brachte er seine Studien daselbst zum Abschlusse und liess zu gleicher Zeit seine Erstlingsarbeit (auszugsweise im Journal für praktische Chemie, Band XII) erscheinen. Sie trägt den Titel: « Ueber die Massenwirkung des Wassers, » also eine spezialwissenschaftliche Untersuchung auf dem Gebiete, das das Hauptfach dieses Forschers geblieben ist, der physikalischen Chemie. Bald darauf übernahm er eine Assistentenstelle für Physik bei Prof. v. Oettingen. In dieser Stellung liess Ostwald in rascher Aufeinanderfolge seine ersten Schriften erscheinen, die zum Ausbau einer « Grenzwissenschaft », der physikalischen Chemie, vieles beigetragen haben. Seine Magisterdissertation trägt den Titel: « Volumchemische Studien über Affinität » (Dorpat 1877 bei H. Lechmann) und seine Doktordissertation: « Volumchemische und optischchemische Studien » (Dorpat 1878 ebd.).[1] In demselben

[1] Einige diesen Dissertationen beigegebenen Thesen sind von Interesse für die Gewinnung eines Einblickes in seinen Entwicklungsgang. Wir wollen sie daher hier anführen:

1. Die moderne (Molekular)-Theorie der Chemie steht mit den Tatsachen im Widerspruch.

2. Es gibt nur eine physikalische Konstante.

3. Die „moderne“ Chemie ist reformbedürftig.

4. Auf dem Gebiet der Empfindungen ist das Gesetz von der Aequivalenz zwischen Ursache und Wirkung ungiltig.

Jahre begann er daselbst seine Lehrtätigkeit als Privatdozent mit einer Vorlesung: »Ueber chemische Verwandtschaftslehre». Im Jahre 1881 wurde er an das Polytechnikum zu Riga als Professor der Chemie berufen, wo er sechs Jahre verblieb. Zu den wichtigsten Ereignissen der Rigaer Periode sind die Herausgabe seines Lehrbuches der allgemeinen Chemie und die Begründung der Zeitschrift für physikalische Chemie — in Verbindung mit J. H. van't Hoff — zu rechnen. Hierauf, im Jahre 1887, übernahm er die Leipziger Professur für physikalische Chemie, wo er bis zu den letzten Jahren eine überaus reiche, fast unübersehbare praktische und schriftstellerische Tätigkeit entfaltet hat.

Der Biograph Ostwalds, Professor Walden, dessen Monographie wir die Daten zu dieser Skizze entnommen haben, hat eine interessante Zusammenstellung der literarischen Produkte Ostwalds getroffen, aus der man einen deutlichen Begriff von der erstaunlichen Leistungsfähigkeit dieses vielseitigen Gelehrten gewinnt:

«. . . 22 Hand- und Lehrbücher und analoge Werke, 2 Zeitschriften und 1 Klassikersammlung. Die 22 Bücher repräsentieren einen Umfang von etwa 15,850 Seiten; die Zeitschrift für physikalische Chemie besteht gegenwärtig aus 44 abgeschlossenen Bänden, deren jeder etwa 750 Seiten aufweist, die «Annalen der Naturphilosophie» bilden 2 Bände und von den «Klassikern der Naturwissenschaften» hat Ostwald selbst 18 Bändchen kommentiert bezw. übersetzt (sie umfassen 1763 Seiten). . . In der Gruppe der Experimentalabhandlungen und Forschungen Ostwalds finden wir rund 120 Arbeiten, die einem Umfang von etwa 1630 Seiten entsprechen. Ferner Dissertationen, Reden u. dgl.; dazu kommen noch die etwa 3880 Referate und rund 920 Rezensionen u. s. w.»

Dazu sei noch bemerkt, dass diese Daten aus dem Jahre 1904 stammen. Seit dieser Zeit hat Ostwald dieselben auf den meisten Gebieten bedeutend vermehrt.

Sämtliche Werke und Schriften Ostwalds, die teils spezialwissenschaftlichen, teils philosophischen, sozialen, künstlerischen Inhaltes sind, zeugen von der Fülle und dem Umfange seines Wissens und der erstaunlichen Vielseitigkeit dieses regen Geistes, der alle Ewigkeitsfragen und alle Fragen seiner Zeit zu erfassen strebt.

Inhalt.

Seite





